



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Optimización del Ciclo de Minado para la Reducción de los Costos
en la Cantera RB, Ferreñafe.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Alamas Maldonado, Walther Alexis (ORCID: 0000-0003-3827-6090)

Lizana Enríquez, Delia Margot (ORCID: 0000-0001-9783-3727)

ASESOR:

Mg. Gonzales Torres, Jorge Omar (ORCID: 0000-0002-4870-2402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimientos Minerales

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico de manera especial este proyecto de investigación a mis padres Antonio y Nelly, pues ellos fueron la principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentando en mí las bases de lograr mis metas y deseo de superación, apoyándome en todo tiempo, a mi hermano Mauricio, abuelos y tíos quienes me han ofrecido su confianza y la calidez de familia a la cual amo.

Walther Alexis Les dedico este proyecto de investigación primero a mis padres Antero y Margot por apoyarme cuando más los he necesitado, por confiar en mí y ser mi soporte durante mi vida universitaria, a mis hermanos Stalin, Emerson y Josue por estar conmigo, por su apoyo moral y emocional, motivándome a seguir mis metas.

Delia Margot

Agradecimiento

Primero a Dios, por darme la oportunidad de lograr este importante proyecto, por su bondad y fortaleza que me transmite para poder superar y lograr todo lo propuesto. A mi familia, por cada consejo, por creer mí, por su apoyo incondicional, por ser parte de mi formación y crecimiento profesional.

A la metodóloga Silvia Aguinaga Vásquez por la paciencia y esmero que siempre tuvo por orientarnos cada sesión.

A los ingenieros Javier Salazar Ipanaque y Omar Gonzales Torres por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos, así como también la paciencia para guiarme en todo el proyecto de investigación.

Walther Alexis

A Dios por la fortaleza que me da para superar todas las dificultades del día a día.

A mi familia por la paciencia, comprensión, sacrificios que hicieron para culminar mis estudios.

A mis amigos, compañeros de estudio y de trabajo, quienes estuvieron conmigo en todo momento, quienes sin esperar nada a cambio me motivaron y ayudaron a finalizar con éxito este proyecto.

A la metodóloga Silvia Aguinaga Vásquez por la dedicación, paciencia y consejos que tuvo en cada asesoría.

A mi asesor el Ing. Omar Gonzales Torres por orientarme, por su colaboración, sin su ayuda no se hubiese hecho posible la culminación de esta investigación con éxito.

Delia Margot

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	30
2.1. Tipo y Diseño de investigación	30
2.2. Operacionalización de variables.....	30
2.2.1. Variables	30
2.3. Población, muestra y muestreo.....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 33	
2.5. Procedimiento.....	35
2.6. Métodos de análisis de datos	37
2.7. Aspectos éticos	37
III. RESULTADOS.....	38
IV. DISCUSIÓN	55
V. CONCLUSIONES.....	57
VI. RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	66

Índice de tablas

Tabla N°1: Datos de la cantera RB.....	21
Tabla N°2: Especificaciones técnicas de la excavadora 329D ₂ L	24
Tabla N°3: Especificaciones técnicas del cargador frontal.....	25
Tabla N°4: Especificaciones técnicas del equipo de acarreo.....	26
Tabla N°5: Geología local... ..	47
Tabla N°6: Geología regional... ..	48
Tabla N°7: Cantidad de material extraíble.....	51
Tabla N°8: Cantidad de material extraíble.....	52
Tabla N°9: Toma de tiempos.....	53
Tabla N°10: Parámetros de los equipos.....	55
Tabla N°11: Cálculo para la tabla de parámetros de los equipos.....	57
Tabla N°12: Cálculo de los costos de operación.....	59
Tabla N°13: Toma de tiempos de las demoras propias de la operación	60
Tabla N°14: Toma de tiempos de las demoras por seguridad	60
Tabla N°15: Toma de tiempos de otras demoras.....	60
Tabla N°16: Cálculo de las demoras, costo alquiler y costo por demoras mensuales del cargador frontal Volvo L90F	61
Tabla N°17: Cálculo de los costos actuales y propuestos.....	62
Tabla N°18: Cálculo de ingreso y costos actuales... ..	62
Tabla N°19: Cálculo de la rentabilidad actual y propuesta.....	62

Índice de figuras

Figura N°1: Concesión Bomboncito, Distrito Manuel A. Mesones Muro... ..	22
Figura N°2: Geología local de Manuel A. Mesones Muro.....	33
Figura N°3: Geología regional de Manuel A. Mesones Muro	35
Figura N°4: Cargador frontal L90F.....	54

Resumen

La investigación surgió de la observación de un problema vinculado a la deficiencia en el ciclo de minado en la cantera RB, para dicha investigación se buscó trabajar con una muestra en la cantera RB utilizando como tipo y diseño de investigación explicativo. Asimismo, para el recojo de información se utilizaron métodos como el método de observación y técnicas de campo en ella la observación y también la técnica de entrevista, junto a instrumentos empleados como guía de observación de campo, guía de descripción geológica, guía de entrevista a 9 trabajadores de la empresa, además, se utilizó el programa Excel, ArcGIS para realizar los mapas de ubicación, toma y cálculos de los datos. Toda esta metodología le da a este informe de investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva.

Finalmente, se obtuvo como resultados que la cantera no cuenta con un control del tonelaje de extracción diario, asimismo no existe relación entre los equipos de carguío y acarreo y hace falta el control de costos en las operaciones de minado, todos estos resultados se presentan por medio de gráficos, cada uno con sus respectivos análisis que contribuyeron a comprobar la hipótesis si se optimiza el ciclo de minado se reducirá los costos en la cantera RB, Ferreñafe, todo este trabajo permitió concluir que implementación de nuevos parámetros de corte directo, carguío y acarreo mejoraron el rendimiento de cada equipo, permitiendo ejercer un control de los costos en todas las operaciones de minado, asimismo el cálculo y eliminación de las demoras en las operaciones de carguío permitieron reducir los costos de operación de S/.126,688.88 a S/. 94,288.88 por mes.

Palabras claves: Optimización, ciclo de minado, reducción de costos.

Abstract

The research arose from the observation of a problem linked to the deficiency in the Mining Cycle in the RB quarry. The sample of this research was the RB quarry. The type of research was explanatory. In addition, to collect the information, the method of observation and field and interview techniques were used, along with instruments—such as field observation and geological description guides and an interview guide applied to 9 workers of the company. Excel, Arcgis and Googleearth were used to make the calculations of the data, sampling and location maps. All of this methodology supports this research and makes it reliable. Finally, the results showed that the quarry did not have a daily control of the tonnage extraction, that there was no relationship between the loading and hauling equipment and there was a lack of cost control in the mining operations.

All of these results were presented in graphs—with their respective analysis—that contributed to test the hypothesis whether to optimize the Mining Cycle would reduce the costs in the quarry, RB, Ferreñafe. It was then concluded that implementation of new parameters of straight cutting and loading and hauling improved the performance of each team, helping control the costs in all the Mining operations. Moreover, the calculation and elimination of delays in the loading operations resulted in a reduction of the operating costs from PEN 126,688.88 to PEN 94,288.88 per month.

Keywords: Optimization, cycle mining, cost reduction.

I. INTRODUCCIÓN

Al investigar sobre la **realidad problemática** se resalta que la minería es la actividad que más ingresos genera el país, aportando con los ingresos fiscales, el PBI y las exportaciones, la mayoría de las minas en nuestro país se encuentran ubicados en la cordillera de los andes.

La explotación de agregados en el país se ha ido incrementado con el transcurso de los últimos años, debido a que se le consideraba de poco valor económico, por tal motivo las empresas no solían invertir en este tipo de minería a cielo abierto.

Los yacimientos minerales que resultan económicamente explotables deben presentar estudios geológicos, al tener establecido la calidad, continuidad y homogeneidad en la formación geológica, para que luego se realicen otros estudios que brinden información detallada de las áreas de afloramientos, inclinación o buzamiento en la matriz rocosa. Estos estudios geológicos deben contener toda la información respecto a la dimensión y forma que tiene el cuerpo rocoso que será fundamental para el método de explotación.

El problema que enfrenta hoy la cantera RB, está relacionado con la deficiencia en el ciclo de minado, a causa de esto se han presentado aspectos negativos que afectan en sus operaciones unitarias, no solo disminuyendo la producción, sino que también ha generado el aumento de costos durante todo su ciclo.

El ciclo de minado es de mucha importancia, gracias a este ciclo se puede planificar con eficiencia cada uno de las operaciones unitarias dentro de la cantera como lo es el corte directo, carguío y acarreo, llevando con éxito un adecuado control en sus operaciones, con la finalidad de optimizar el tiempo y reduciendo costos, haciendo la cantera económicamente rentable.

La problemática en esta cantera es incitada por múltiples causas, entre ellas hace falta planificación minera, escasez de personal capacitado, ausencia de estudios geológicos, carencia de equipos para el carguío y acarreo, tiempos muertos y hace falta un control de costos.

Guerrero y Palacios (2019) mostraron que, en el carguío y acarreo en una mina de cielo abierto en el departamento de Cajamarca, hacía falta un control de costos por lo que no llegaba a la ganancia estimada. Por lo que los mismos autores comentaron que si no se prioriza el control de costo desde un inicio de sus obras no se podrá detectar los errores a tiempo durante todas las operaciones del ciclo de minado, por lo que llevará que al culminar sus actividades no se sabrá si se obtuvo la ganancia proyectada.

De acuerdo Peña (2019) dijo que la mina Los Andes Perú Gold tiene el problema sobre tiempos muertos, producto a que los volquetes tienen que esperar para que puedan ser llenados y poder transportar el mineral, provocando el descenso de la producción. Por lo que Mercedes (2015) manifestó que los tiempos muertos suelen ser dificultades presentes en una empresa por lo que el tiempo perdido no permite completar el trabajo adecuadamente, desfavoreciendo la productividad y economía de la empresa. Asimismo, Arce (2017) manifestó que en un proyecto minero ubicado en Huaraz, región Ancash exploraban y explotaban sin algún estudio, era más que evidente que la manera de extraer el mineral era demasiado artesanal, solo era interés, sin ningún tipo de estudio, sin ningún diseño, las estructuras que se habían trabajado se encontraban inestables e incluso vacíos. Por ello, Romero (2015) comentó que en las minas del Perú durante el año 2012 y 2013 no había un análisis sobre estudios geológicos por lo que las empresas mineras no podían evitar las pérdidas de valores de los minerales por ejemplo el oro, ante ello las reservas probadas seguían en el subsuelo sin que las explotaran con éxito, estos hechos originan pérdidas económicas.

Ahora bien, Vilcapoma (2017) revela que en el departamento de Junín se encuentra la compañía minera Volcan en la cual las máquinas de la unidad Andaychagua fueron sometido a un análisis sobre las fallas mecánicas de las diferentes máquinas y equipos, porque estas trabajan con el 80% del rendimiento debido a que no hay un adecuado control de los componentes, mucho menos tenían mapeado los factores que ocasionaban ciertas fallas, generando baja productividad; por lo que Hernández (2016) comenta que las causas que llevan a las fallas mecánicas a terminar con la capacidad de una

máquina y/o equipo en su adecuado funcionamiento, pueden ser causadas por problema de materiales, de diseño o de montaje, estas situaciones generan altos costos en el ciclo de minado. A todo esto, Cjuno (2014) manifestó que los mantenimientos de los equipos generan costos, paralizaciones y en el caso que no se realicen a tiempo pueden llegar a su finalización de los mismos, generando costos.

Según Cuadros (2011) en Cía. Minera Santa Rosa y en la Mina Comarsa en varias oportunidades se han presentado problemas en los frentes de trabajo dado que, las operaciones unitarias de minado se estaban realizando con dificultades como es el caso de la perforación y voladura, elevando los costos e influyendo en el ciclo de minado. Por ello, Cerda (2016) expresó sobre la falta de planificación minera, si bien es cierto que la planificación minera es de importancia en un proyecto la finalidad es alcanzar el valor máximo en su extracción y el tratamiento de mineral, y esta no se cumple porque no se hizo un análisis de riesgos añadido a las dudas que afectan el cumplimiento del plan en sus actividades.

Respecto a las faltas de capacitaciones, Huicho y Velásquez (2014) comentaron que los trabajadores deben recibir capacitaciones técnicas para que mejoren su rendimiento laboral, aumentando la rentabilidad a la empresa y la eficiencia en los trabajos. La evidencia se encuentra en la Mina Toquepala de tajo abierto, en la región de Tacna; Trasmonte (2015) explicó que la falta de entrenamiento personal y por la falta de capacitación ocasionó accidentes generando actos inseguros por parte de los operadores, causando costos adicionales para la empresa.

Sobre el dimensionamiento de equipos, Cuadros (2011) en la Compañía Aurífera Santa Rosa S.A. – Mina COMARSA, en la unidad de producción Santa Rosa se evidenció que la selección de un solo equipo de carguío en el frente repercutía significativamente en el avance en su planeamiento, por ese motivo se incrementaban los costos unitarios. Lins, Cano y Arroyo (2018) afirmaron que la finalidad del dimensionamiento de equipos es la reducción de costos en el proceso de carguío y transporte, para que el estudio del

dimensionamiento de flota se realice con éxito deben evaluar varias variables como la capacidad de los equipos, la topografía del terreno, economía, entre otros.

Con respecto a todo lo expuesto cabe plantearse las siguientes interrogantes: ¿De qué manera se puede optimizar el ciclo de minado?, ¿cómo se puede calcular el rendimiento de equipos?, ¿cómo se puede reducir costos en la cantera? las mismas que serán explicadas a lo largo de la presente investigación.

Las investigaciones de los **trabajos previos** que respaldan la presente investigación, se encuentran a nivel local, nacional y nacional.

En el **ámbito local** figura JIMENEZ ZOTO, Lesly Nilvania presentó su investigación hecha en Ferreñafe en el año 2018 titulado “Incremento de producción elaborando un plan de minado en la cantera Josmar- Empresa Mabeisa SAC- Ferreñafe, 2017” cuyo objetivo es incremento de la producción de agregados con la elaboración de un plan de minado ejecutando un levantamiento topográfico , elaborando un estudio geológico local y regional de la zona y calculando reservas, concluyendo que el plano topográfico se realizó con la finalidad de dimensionar el área de estudio , la geología regional y local sirvió para determinar los depósitos de la zona, en este caso se halló depósitos eólicos y aluviales y la planificación minera se realizó para determinar la producción actual, esto permitió conocer la situación actual de la cantera, por lo tanto se incrementó la producción en un 39%, seleccionando el método de explotación adecuado, que es por descubiertas, siendo de bajo costo y fácil de explotar, con equipos convencionales.

A **nivel nacional** se encuentra el trabajo realizado en Trujillo, por LA TORRE REYES, José Carlos quien en el 2019 presentó la investigación titulada “Optimización y control del ciclo de minado para la reducción de costos operativos en cantera desvío Huachocolpa, Cía. Minera Kolpa 2018”, teniendo como objetivo reducir y controlar los costos operativos de las operaciones de perforación, voladura y movimiento de tierras, concluyendo que para la optimizar los parámetros de perforación y voladura se realizó un

análisis y mapeo geomecánico en campo de los tramos de la cantera, se redujo también el precio unitario de S/.5.98 /m³ a S/. 4.91/m³, generando una utilidad de S/. 1.07/m³, siendo la utilidad bruta generada por aumento de rendimiento en perforación y voladura de S/149,847.10.

Asimismo, se encontró el trabajo de investigación realiza por GAIMES SIVANA, David Alberto, hecha en Arequipa en el año 2019, titulada “Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad diaria en la Cooperativa Minera Limata Ltda” cuyo objetivo es optimizar el ciclo de minado calculando la disponibilidad de equipos con la finalidad de incrementar a los 3000 m³/día, concluyendo que para alcanzar los 3000 m³/día se requiere una disponibilidad de equipos que consta de 2 excavadoras de 2.3 m³ de capacidad de cuchara, 18 motobombas y un tractor a oruga modelo D6, además se optimiza el trabajo de las 5.5 horas efectivas a 6.9 horas efectivas, disminuyendo los tiempos innecesarios incrementando su eficiencia de trabajo de 69% a 86.5%.

Del mismo modo, GUERRERO JAUREGUI, Neyli Ludit y PALACIOS HERRERA, Jhexon Javier presentaron la investigación realizada en Cajamarca titulada “Optimización de los costos de mina con el análisis del valor ganado en las operaciones de carguío y acarreo de una mina a tajo abierto de Cajamarca, 2019” cuyo objetivo es controlar los costos y avance de sus operaciones, optimizando los costos de minado con el análisis del Valor Ganado en las operaciones de carga y transporte del mineral, teniendo como resultado final una diferencia de \$ 328,859.68 entre lo planificado y real, además se realizó una adecuada distribución de equipos por semana.

También figura el trabajo realizado por LLALLAHUI ROJAS, Edgar, hecha en Ayacucho en el año 2016 titulado “Mejoramiento de carguío y acarreo de mineral en la U.E.A Mina Breapampa – Cia. Minera Buenaventura S.A.A”, cuyo objetivo es analizar y explicar cómo en mejoramiento del carguío y acarreo ayuda a un óptimo ciclo de minado, concluyendo que si se conoce el ciclo de carguío y acarreo, se puede calcular la flota o equipos necesarios a mínimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo, ya que

el cálculo correcto de la flota de camiones mantiene en óptimas condiciones la relación \$/ton para el costo de operaciones mina, concluye también dicho ciclo de operaciones concentran la mayor costo de minado en una operación minera.

Asimismo, PIEROLA VERA, Demetro presentó el trabajo de investigación hecha en Cajamarca, año 2015 titulada “Optimización del plan de minado de cantera de caliza La Unión Distrito de Baños del Inca – Cajamarca” cuyo objetivo es evaluar las características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales y el ciclo de las operaciones de minado para optimizarlos, teniendo como resultado de la caracterización del macizo rocoso de calizas demuestran un RMR 57 es una roca de calidad regular, las reservas minerales es de 855972.00 TM, los resultados de la voladura son de 65 m³ de roca fragmentada, los volquetes son Dodge de 6 cubos como pequeño productor minero con carencia de un plan de minado adecuado a 30 TM/día, con una ganancia diaria de US \$ 10468.67 mensuales, lográndose optimizar la producción de 80 TM/día, lográndose incrementar las ganancias a US \$21 028.00.

También se encuentra el trabajo de investigación realizada por TURBO VILLALBA, Armando hecho en Puno titulada “Planeamiento de minado para una mejor explotación del yacimiento Esperanza de Caravelli”, cuya finalidad es encontrar un óptimo ciclo de minado para una eficiente explotación del yacimiento, teniendo como resultados un incremento de producción diaria de 250 TM/día a 360 TM/día en la explotación de 18 a 25 tajeos por mes, en un nivel de producción mensual de 7500 TM/mes a 10,800 TM/mes, también se mejoró la eficiencia en los procesos de carguío y acarreo, aumentando el capital, reduciendo costos, con los equipos adecuados para las operaciones, finalmente concluye también que las variables económicas presentes en el planeamiento minero con el precio del metal, el costo de producción y el costo de inversión , pero quien toma un mayor protagonismo es el precio del metal, ya que si las condiciones externas son favorables las ganancias serán mayores.

Asimismo, se encuentra el trabajo de investigación realizado por CUADROS ALVARES, Mario Alejandro en Lima en el año 2011, titulada “Reducción de costos operacionales en el sistema de carguío y acarreo en mina a tajo abierto mediante la implementación del PDAs”, orientándose a implementar un sistema de control equipos con PDAs en las operaciones de carguío y acarreo, minimizando costos y maximizando la productividad en dichas operaciones, concluyendo que con la implementación del PDA, se logró elevar la producción de la excavadora 365CL-2 en 98t/hora, un aumento del 3% con respecto al estándar, se redujo el costo operativo unitario en 0.018\$/t disminuyendo así en un 3% con respecto al estándar, así mismo con la excavadora PC600-7 se elevó la producción en 81t/hora y con el cargador frontal se incrementó la producción en 90t/hora.

Así también presentó su investigación CASTRO HURTADO, Bryan Alejandro hecha en Jauja en el año 2015 titulada “Propuesta de implementación de plan de minado en la Cantera de Dolomita Jajahuasi 2011 de la comunidad campesina LLocllapampa – Provincia de Jauja” cuyo objetivo es calcular las reservas probadas y probables de yacimiento, proponer un plan de minado basado con un ritmo de producción promedio de 341,00 TM anuales con la maquinaria suficiente para que se cumpla con las actividades programadas, concluyendo que la implementación del plan de minado es factible debido a que el cálculo de reservas realizado arroja que se tiene es 22’3634,470.51 TM de mineral de entre las reservas probadas y probables, representando 65 años de vida útil y con la ayuda del software MineSight se modeló y cubió el yacimiento. Además, el diagnóstico de las operaciones unitarias de la cantera, arrojando que no se tiene un estudio técnico que detalle el procedimiento de las operaciones unitarias y el método de explotación no es óptimo ya que no permite la máxima recuperación del mineral.

Finalmente a **nivel internacional**, en Chile se realizó un trabajo de investigación por BARRIENTOS GONZÁLEZ, Víctor quien en el 2014 elaboró una investigación titulada “Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto”, con el fin de encontrar los cambios operacionales que tengan mejores

resultados sobre las detenciones programadas de cambio de turno y colación, y cómo estas afectan directamente a las ganancias de la empresa, en la productividad diaria del sistema de carguío y transporte, aumentando en donde concluye que al usar los datos limpios que provienen del Dispatch en un modelo de simulación dinámica se pudo identificar que el tiempo de ciclo total se encuentra fuera de relación con la estimación de la productividad para cada ciclo de carguío y acarreo afectando directamente a la productividad.

Entre las **teorías relacionadas al tema** están:
Optimización del ciclo de minado

Planificación minera

Vargas (2011) explica lo siguiente: la planificación minera sea a corto o mediano plazo se le puede definir como un proceso que modifica el recurso mineral en una inversión rentable en el que abarca varios puntos estratégicos como lo es maximizar el VAN (Valor Actual Neto), el volumen de las reservas, también el tiempo en el que se explota el yacimiento, reducir el riesgo en la inversión entre otros, por otro lado, también debe seguir una secuencia en la que considere las etapas de las fases de un proyecto y sobre los factores operacionales para tener éxito en las metas de producción.

Yacimiento mineral

Ingeoexpert (2018) expresó que se forma de manera natural una concentración anómala de diferentes minerales encontrándose en la corteza terrestre. Un yacimiento mineral en minería tiene una clasificación la cual es “grados de concentración de mineral” relativamente altos como para que sea rentable explotarlos. La matriz rocosa que tenga valor económicamente extraíble, se denomina “mineral”.

Método de explotación

Herrera (2007) manifestó sobre los áridos, anteriormente no se consideraban como un recurso mineral porque se creía que tenían poco

valor, motivo por lo que las empresas dedicadas a la minería tradicional no invertían en la minería no metálica. No obstante, la necesidad de utilizar los materiales que se extraen en las canteras para la construcción de carreteras, edificios, represas entre otros, empiecen a revalorizarse. Solo existen dos métodos de explotación en minería los cuales son el método superficial o cielo abierto y el método subterráneo.

En la cantera de agregados RB se utiliza el método de explotación superficial, para ser más precisos el método con el que se explota es corte directo, debido a que los materiales que se extraen son de origen aluvial, es decir, hay afloramientos de rocas mixtas debido a los diversos procesos superpuestos de origen volcánico-sedimentarios que están expuestos a procesos de erosión de las laderas. Los productos que extrae la cantera son afirmados sub base, afirmado base, hormigón, piedra base, piedra over, arena, ripio.

Corte directo: Se entiende a la operación necesaria para separar la roca del macizo rocoso, en algunos casos se llega a romper la roca en pequeños fragmentos para que facilite los demás procesos, se puede realizar con maquinaria e incluso herramientas.

Carguío: Cuadros (2011) explica que la finalidad del carguío es retirar el material excavado, para ello debe seguir una secuencia en ella está la preparación del área de trabajo, la ubicación de equipos, el retiro del material del frente y pasar el material a la maquinaria en la que será trasladada.

Acarreo: Pari (2016) manifiesta que el proceso de acarreo demanda mayor costo, equipos, grado de mecanización. El transportar materiales ayuda a controlar las operaciones en tajo abierto y es uno de los aspectos más importantes en la minería.

Su objetivo es transportar el mineral adecuadamente al lugar del destino, puede ser tratado en planta, depositado en un stockpiles o simplemente al botadero.

Ciclo de minado

Seguridad Minera (2013) expresa que el ciclo de minado forma parte del negocio minero, ya que es la clave estratégica para que se trabaje con eficiencia sin que haya interrupciones en la producción. Este ciclo de cierta manera genera ingresos compensando los costos al remover el mineral, a la vez que cumplen con los objetivos a largo plazo en relación a los límites del tajo. El ciclo de minado en minería metálica usualmente se basa en la perforación, voladura, ventilación, carguío y acarreo; pero el ciclo de minado en la cantera de agregados RB ubicado en Manuel Mesones Muro – Ferreñafe, no sigue la misma secuencia ya que el primer proceso es el corte directo del material, luego el carguío, acarreo y por último el zarandeo.

Cantera

Explica que el término de cantera hace referencia a una de las dos categorías en las que puede dividirse la minería, conformada por materiales de construcción e industriales, usualmente este tipo de minas son reguladas por normas legales. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo (2001)

El tipo de explotación de canteras es una técnica de minería a cielo abierto basándose en extraer la roca con alto grado de densidad y de compactación, las rocas una vez extraídas pueden ser fracturadas para la elaboración de agregados o materiales de construcción.

A menudo este tipo de minería suele emplear gran cantidad de mano de obra, gracias a la estadística se sabe que en las pequeñas minas trabajan más personas que en las mismas mineras establecidas, pero generalmente no cumplen con las normas internacionales y nacionales. En general las rocas y/o materiales de construcción se encuentran ubicadas cerca del sitio en donde utilizan el material para optimizar los costos de transporte.

Datos de la cantera RB

Generalidades

Tabla N°1: Datos de la cantera RB

Concesión	Bomboncito
Derecho minero	010164807
Hectáreas	200 ha.
Cantera	RB
Encargado de la cantera	Víctor Raúl Benavides Salazar
Dirección Legal	Av. Real Mza. "X" Lote. 3
Distrito / Ciudad	Manuel Mesones Muro.
Departamento	Lambayeque, Perú

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

El distrito de Manuel Antonio Mesones Muro, es llamado también como Tres Tomas, considerado como uno de los seis distritos de la provincia de Ferreñafe, localizado en la región Lambayeque.

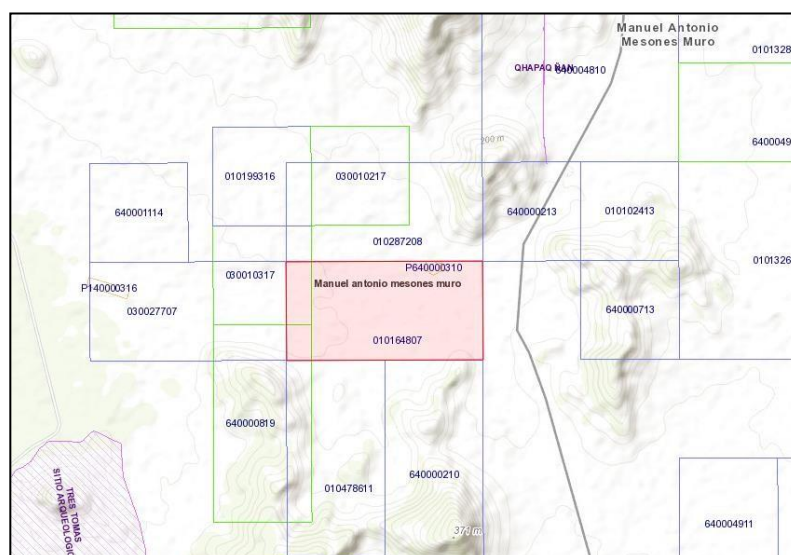


Figura 1. Concesión Bomboncito, Distrito Manuel A. Mesones Muro.

Fuente: Geocatmin

Clima

La característica climática del área de estudio representa a un clima árido, las precipitaciones anuales son de 40 mm al año. La temperatura anual oscila entre 22.6° C. En junio a julio son los meses más secos con 0 mm de precipitación.

Accesibilidad

El distrito de Mesones Muro, se puede acceder de la siguiente manera. La ruta más corta es desde Chiclayo hasta Ferreñafe aproximadamente de 3km de distancia, con un tiempo aproximado de 1 hora y 30 minutos hasta llegar a Mesones Muro. Desde Tumán se toma la carretera Tumán-Mesones Muro con 18km aproximadamente, el tiempo de viaje dura 40 minutos. Y de Picsi hasta Mesones Muro el viaje dura 20 a 25 minutos con una distancia de 10 km. También se puede acceder desde Batangrande en un tiempo alrededor de 1h y 10 minutos con 31km de distancia.

DESCRIPCIÓN

FRENTE N°1

Se encuentra ubicado aproximadamente a 470 metros de la caseta principal de la cantera RB, en donde se extraen afirmado húmedo y cascote over, ambos materiales usados para construcción. Para dicha extracción se emplean dos equipos, la excavadora hidráulica CAT 329 D2 L y un cargador frontal Volvo L90F, quienes realizan la tarea de extracción y carguío del material.

El proceso inicia con la excavadora hidráulica, quien arranca por medio de corte directo el material del frente llevándolo hacia la zaranda, seguido el cargador frontal comienza con el proceso de carguío, de levantar el material zarandeado para depositarlo en el volquete, y una vez cargado da paso al acarreo del material.

Este frente cuenta con 4 trabajadores, específicamente dos operadores y dos pedreros, quienes se encargan de separar las rocas de grande

tamaño. Cabe precisar, que los horarios de trabajo son en 2 turnos, por la mañana de 8 a.m. a 1 p.m. y por la tarde de 2 p.m. a 5 p.m.

Equipos para el manejo del mineral

Clasificación de equipos

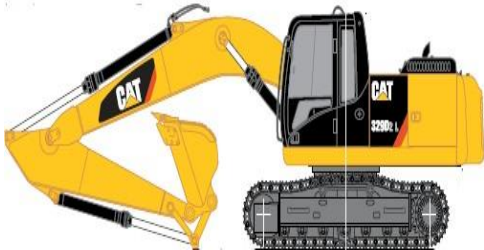
De acuerdo a las especificaciones técnicas los equipos se diferencian en:

Carguío, su finalidad es cargar el mineral del frente de explotación para destinarlo a un equipo de transporte, aquí también hay tipos de maquinaria como es el caso de los cargadores frontales y las palas realizando unidades discretas y las excavadoras de balde como maquinaria de flujo de extracción continua.

Acarreo, su finalidad es transportar de un punto hacia el lugar destinado puede ser un botadero o una planta, aquí también hay tipos de maquinaria, por unidades discretas están los trenes y los camiones y también las constantes como lo son las correas transportadoras.

- Equipos utilizados para la extracción del material por corte directo
Este método de corte se aplica para extracción de los agregados en la cantera RB, realizado por una excavadora hidráulica.

Tabla N°2: Especificaciones técnicas de la excavadora 329D₂L

EQUIPO PARA CORTE DIRECTO			
FABRICANTE	CATERPILLAR		
MODELO	329D ₂ L		
AÑO	2015		
FACTOR DE LLENADO	85%		
Tipo de motor Inyección directa			
Potencia Neta (HP)	203 hp		
Llantas	0	Altura de embarque	3.330 mm
Velocidad máxima de desplazamiento	5,3 km/h	Longitud de embarque	10.360 mm
Cilindrada	7,01 L	Peso en orden de trabajo mínimo	27.835 kg
Tipo de cucharón	SD	Peso en orden de trabajo máximo	30.115 kg
Capacidad del cucharón	2,5 m ³	Ancho de transporte	3.090 mm
Radio de la punta del cucharón	1.690 mm	Radio de giro de la cola	3.080 mm
Ancho del cucharón	1.400 mm	Altura de la cabina	3.040 mm

Fuente: Revista de equipo Caterpillar

- Equipos utilizados para el carguío del material

Realizada la extracción de los agregados, estos equipos de carguío se basan en cargar el material al volquete para posteriormente ser acarreado.

Tabla N°3: Especificaciones técnicas del cargador frontal

EQUIPO DE CARGUIO			
FABRICANTE	VOLVO		
MODELO	L90F		
AÑO	2010		
FACTOR DE LLENADO (%)	95		
TIPO DE MOTOR	Volvo D6E		
POTENCIA NETA (HP)	155		
LLANTAS	20.5 R25 L2		
Anchura entre neumáticos	2490 mm	Altura hasta la cabina	3280 mm
Velocidad máxima de desplazamiento	46.2 km/h	Altura máxima hasta el codo del brazo	3960 mm
CILINDRADA	5,7 l	Peso operativo	15,000 - 17,000 kg
Capacidad del cucharón	2.6 m³	Potencia máxima	1,700 rpm
Longitud de transporte	7.51m	Anchura entre neumáticos	2490 mm
Altura de la cabina	3280 mm	Radio de giro de la cola	5370 mm

Fuente: Revista de equipo Volvo

- Equipos utilizados para el acarreo del material

Una vez que se realiza el carguío de los agregados a los volquetes, estos equipos se encargan de trasladar el material desde el tajo hacia el lugar de acopio.

Tabla N°4: Especificaciones técnicas del equipo de acarreo.

EQUIPO DE ACARREO		
FABRICANTE	FAMECA	
MODELO	FMX	
CAPACIDAD DE CARGA	15 m³	
FACTOR DE LLENADO (%)	90	
Peso seco	13.14	
Peso bruto	26.9	

Fuente: Revista de equipo Fameca

Factores que afectan en el proceso de carguío y acarreo

Las condiciones climáticas en el área donde se encuentra la cantera RB, encontramos: lluvias, temperatura, visibilidad; otras condiciones que también afectan en el proceso son: la falta de planificación adecuada, inadecuados mantenimientos en la maquinaria, las condiciones del perímetro del carguío y acarreo es decir los problemas en el diseño de las vías y áreas laborales, la granulometría del material, habilidad del operador, poco control en la eficiencia del proceso de carguío y acarreo, problemas en seguridad.

Variables que influyen en el proceso de carguío y acarreo

Densidad

Es considerada una importante variable que sirve para ubicar los recursos en un yacimiento mineral. La finalidad de esta variable es obtener la densidad del terreno, para determinar la calidad de material en donde se vaya a extraer algún mineral.

Factor de esponjamiento

Este factor sirve para calcular producción de excavación y también sirve para poder dimensionar equipos necesarios en el carguío y transporte.

Así Pomalaza (2016), p.16 muestra esta fórmula:

$$F.E. (\%) = \frac{V1 - V0}{V0} * 100$$

Donde: V1 es el material sin agua y V0 es el material con agua.

Disponibilidad mecánica

Hace referencia al lapsus de tiempo expresado en porcentaje con la que se ve la eficiencia, la calidad del equipo y también ve las adversas condiciones que existen en su manejo y operación.

Según el Herrera (2018), p.65 presenta la siguiente fórmula:

$$D.M. (\%) = \frac{\text{Horas programadas} - \text{Horas de reparación}}{\text{Horas programadas}} * 100$$

Utilización

Se refiere al lapsus de tiempo disponible en la que la maquinaria cumple la actividad para la que fue creada, este indicador se puede lograr a través del mantenimiento preventivo en los tiempos.

Así Herrera (2018), p.69 muestra esta fórmula:

$$UTILIZACIÓN (\%) = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas disponibles}} * 100$$

Factor de llenado de balde

Este factor corresponde al porcentaje del volumen que ocupa cierto material, además solo puede cargar el material de acuerdo a la habilidad del operador, el ángulo de reposo y a las características del material.

Para la capacidad del llenado de la cuchara se considera las características técnicas del operador y del material.

Así mismo Gaimes (2019), p (14) muestra la siguiente fórmula:

$$FACTOR DE LLENADO (\%) = \frac{\text{volumen cargado}}{\text{volumen de la cuchara}} * 100$$

Tiempos

Para la medición de tiempos, influye del factor de llenado e incluso la distancia, pero solo son de importancia el promedio de los tiempos.

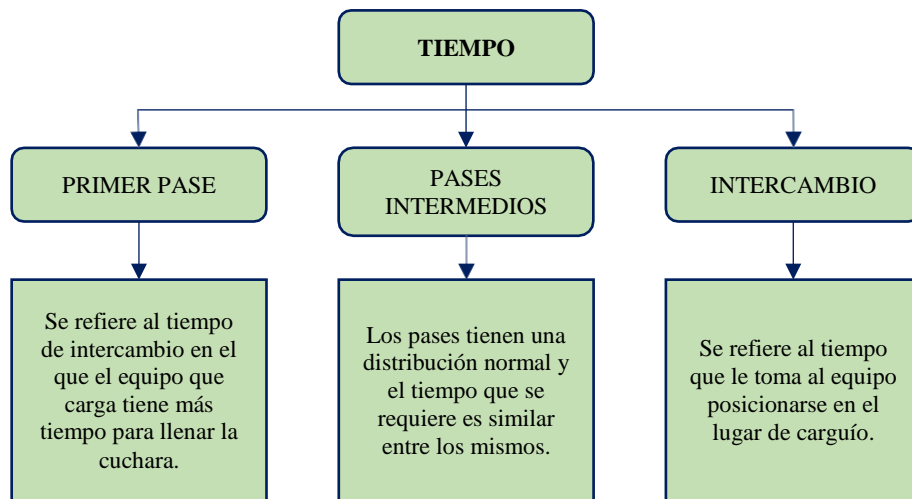


Gráfico N°1: Medición de tiempos

Fuente: Gaimes (2019)

Capacidad de carga del material

Se debe considerar el tipo de equipo, sus respectivas especificaciones técnicas, entre las más importantes la capacidad de carga sea de carguío o acarreo, con estos datos se puede medir la cantidad de pases a cargar.

Rendimiento de equipo

Este indicador mide el máximo rendimiento del equipo, para ello se debe conocer las capacidades y características técnicas, la manera de aplicarlas y de los factores que quizá puedan llegar a influir en la selección.

Catacora (2019), en la p.38 presenta esta fórmula:

$$R.M. = \frac{\text{Horas trabajadas} - \text{horas del último mantenimiento preventivo}}{\text{Horas trabajadas}} * 100$$

Optimización de equipos

La correcta selección de equipos tiene una estrecha relación con la reducción de costos en minería, aumentando la producción. Para la selección se considera el tamaño, tipo y cantidad de equipos. A continuación, se muestra la relación que existe entre la selección de equipos y los parámetros en minería.

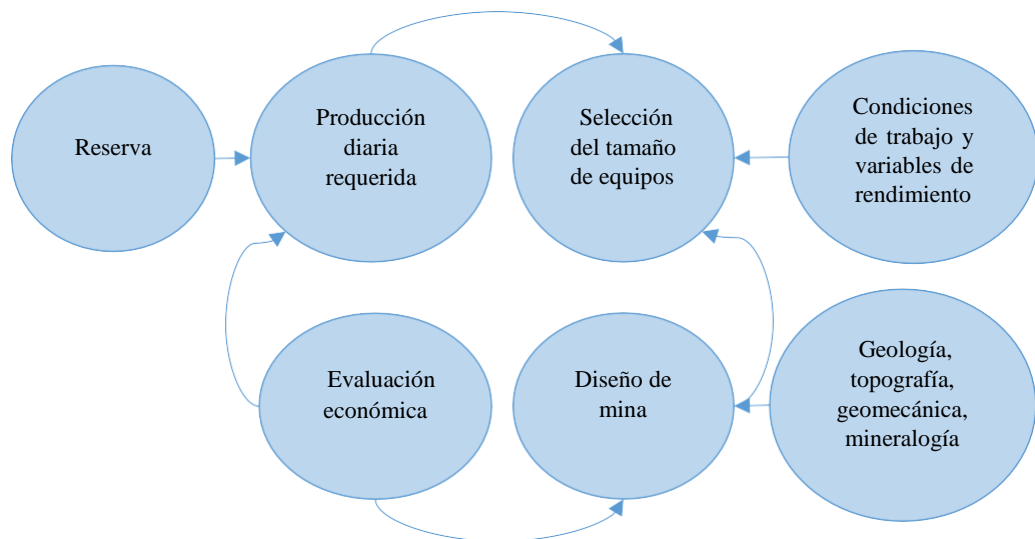


Gráfico N°2: Relación existente en la selección de equipos y los parámetros considerados en minería.

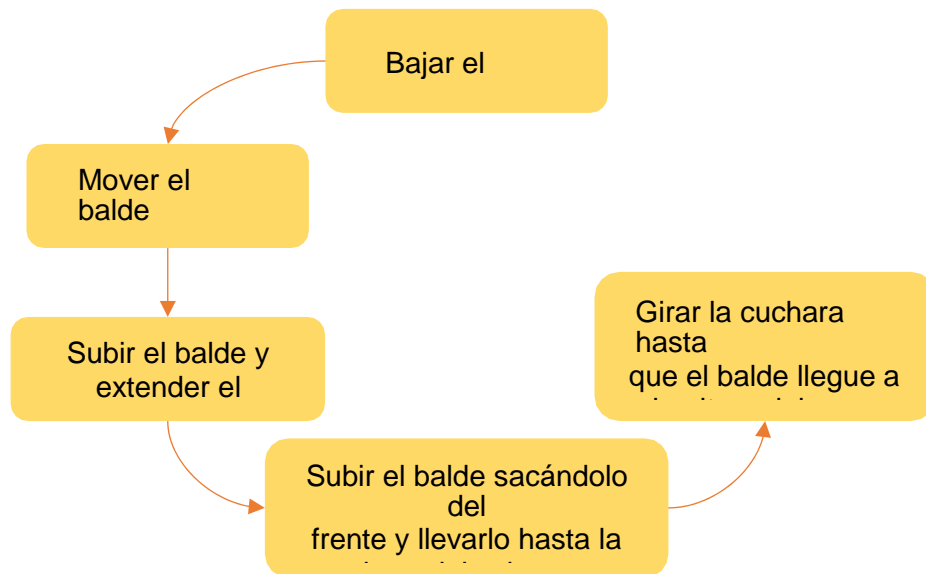
Fuente: Gaimes (2019)

La requerida producción diaria, se establece de acuerdo al precio del mineral, cálculo de reservas y estrategias de la producción y el retorno invertido esperado.

Además, los factores económicos que aluden en la selección de equipos están relacionadas a la selectividad requerida, altura del banco o frente en donde se esté trabajando, compatibilidad con cada equipo, productividad, flexibilidad y confiabilidad.

Otro dato importante es que para que los equipos de carguío determinen la tasa de producción para transformarlo en volumen se considera: la capacidad de balde, factor de llenado del balde, producción requerida, disponibilidad mecánica del equipo, tiempo de ciclo, eficiencia del operador.

Ciclo de trabajo de un cargador frontal



Gráfica N°3: Ciclo de trabajo – Cargador frontal
Fuente: Gonzáles (2017)

Costos en minería

Los costos de producción se refieren a la cantidad de dinero que se desembolsa para que la empresa siga manteniendo sus actividades y equipos en adecuado funcionamiento. En este tipo de costos hay dos características contradictorias, el primer punto es que para querer producir bienes se tiene que gastar entonces se genera un costo y el segundo punto es que sería ideal que los costos se mantengan lo más bajos posibles y si es que se pudiese, eliminar lo innecesario. Estos gastos pueden dividirse en gastos operativos, gastos de posesión y gastos totales que se explicaran a continuación.

Costos operativos

Jauregui (2009) expresa, este tipo de costos están relacionados con la producción, dentro de estos costos están los costos directos o variables, que están presentes en los procesos del ciclo de minado y también en las actividades auxiliares, e indirectos considerándolos independiente a la producción, estos costos pueden cambiar de acuerdo al nivel de producción.

Costos de posesión

Belizario (2017) manifiesta que estos costos, son costos fijos durante la vida útil de algún equipo, por ejemplo, la cantidad que la empresa desembolsa se utilice el equipo o no, influyendo el costo del capital.

Durante un período de tiempo se mantienen estables los costos de posesión, pero también hay variaciones en la producción, estos costos generales o de propiedad consideran estos aspectos.

- Depreciación se refiere a la reducción monetaria debido por valor de adquisición del equipo o el desgaste por el uso y los años de vida.
- Intereses y amortizaciones, los intereses no son más que el porcentaje (%) extra por el dinero solicitado en un préstamo. Y la amortización se refiere a devolver el dinero que se solicitó en un préstamo.
- Seguros, el tipo de seguro varía en relación al tipo de máquina y a los riesgos que cubre su vida económica.

Costos totales

Al determinar los costos totales de operación, se considera la sumatoria del combustible del equipo, el mantenimiento planificado dentro de esta se encuentra las grasas, la mano de obra, el aceite lubricante; el costo de neumáticos (en el caso que el equipo no tenga tres de rodaje), el costo de las reparaciones por hora y por último los elementos que son de desgaste especial.

Costo unitario

Pari (2016) son todos los costos que integran, equipo o máquina de trabajo, utilidad, gastos administrativos, materiales, cargos entre otros. Estos costos dependen del rendimiento de la materia prima, el presupuesto de gastos, el mismo costo de la materia prima. Su importancia radica en que permite llevar un control en sus operaciones unitarias, la producción, haciéndoles conocer que tan rentable es en realidad la empresa minera.

Valor residual

Barboza (2018) dice, el valor residual se refiere a algún bien o recurso que una empresa posee, con la finalidad que se espera tener beneficios o rendimientos económicos. Con el paso de los años y el poco uso que se le da al recurso va desvalorizándose.

Costo de inversión

En Conexión ESAN (2016) expresa que son aquellos costos en el que se dan desde el inicio de un proyecto (planificación y solo hasta antes de ejecutarlo), también es importante tener en cuenta la reposición de bienes.

Costo fijo

Verasay (2013) comenta que estos costos permanecen constante al volumen de la producción, debido a que es solventado por la empresa como es el caso de los administrativos, seguros, sueldo a los supervisores, gerentes y encargados.

Costo variable

Verasay (2013) manifiesta que estos costos varían conforme a los cambios que se dan a lo largo de la realización de la actividad o del servicio producido, teniendo como ejemplo al material removido o al metro de avance.

Costo capital

Vargas (2011) expresa que es una tasa de rendimiento en el que los abastecedores exigen una indemnización de acuerdo a su aporte en el capital. Las empresas tienen muchas opciones para conseguir capital, emitiendo bonos, deuda, entre otros. La definición de costo capital se emplea cuando se evalúan las oportunidades de los proyectos de inversión, tratándose de un costo marginal.

Incremento de producción

Producción

Se refiere a la cantidad de volumen de los materiales que se manejan en determinada operación. La producción de ganga se expresa en peso como unidad, en diferencia del estéril que se define en volumen.

Capacidad de producción

Apaza (2017) se refiere al grado de máxima actividad que se podría alcanzar con una buena gestión de producción, en esta gestión se sigue un plan, con la finalidad de conocer cuál es la cantidad de producción semanal y del siguiente período.

Geología

Varela (2014) la define como la ciencia encargada del estudio del origen, composición, estructura interna y los procesos que altera, modifican la tierra. Apoyándose de la física, química entre otras interacciones de los materiales.

- Geología local

ERA	PERIODO	SERIE	UNIDADES ESTATIGRÁFICAS	SIMBOLO	ROCA SEDIMENTARIA
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósito Aluvial	Qr-al	CAOLIN
			Depósito eólico	Qr-e	
MESOZOICO	CRETACEO	INFERIOR	Grupo Goyllarisquizga	Ki-g	
	JURASICO	SUPERIOR	Formación Tinajones	JKi-t	

Figura N°2: Geología local de Manuel A. Mesones Muro.

Fuente: Elaboración propia.

El grupo Goyllarisquizga “Ki-g” se muestra en la mayor parte de la Región Lambayeque tanto como Zaña, Chongoyape, Chiclayo, Jayanca, Salas, Motupe y Olmos. Dentro de su litología encontramos la secuencia de cuarcitas blancas de grano medio a grueso, en bancos de 2 a 3 metros de espesor. En la parte inferior, se observa estructuras sedimentarias de laminaciones oblicuas de entorno eólico, que van trasladándose progresivamente hacia la zona superior a unas cuarcitas de grano grueso masivas fluviales con aparente oxidación mostrando una coloración rojiza en su superficie. Asimismo, en la base de estratos se observan algunos clastos redondeados de diámetro mayor a 0.50 cm.

En la formación Tinajones “JKi-t”, aflora en los distritos de Salas, La Leche, Incahuasi, Pítipo y Chongoyape, también en el cerro Cruz; en Chiclayo, en el cerro Cruz de la Esperanza; en Túcume, en el cerro Escute y La Raya, y su potencia de esta unidad formacional puede llegar de 100 a 1000 metros. En esta formación, se encuentra una secuencia de rocas sedimentarias arenosas, intercaladas con grauvacas y tobas.

En su litología encontramos lutitas, areniscas cuarzosas y conglomerados cuarcitas y tobas con predominancia de tufos masivos, brechas andesíticas y flujos piroclásticos asociados a micoconglomerados y grauvacas. Por otra parte, tenemos el Depósito Aluvial “Qr-al”, constituido por sedimentos de granulometría gruesa, entre ellos cantos rodados, grava, gravilla, arena. Se encuentran localizados en los principales ríos de Lambayeque.

Así también está el Depósito Eólico Reciente “Qr-e”, constituido por arenas de granulometría fina, entre ellos cuarzo, ferromagnesianos y fragmentos de roca, siendo transportados por vientos litorales de la costa, en dirección de Sur a Norte, a velocidades medias y altas. Estas por gravedad se depositan en la planicie costera, llegando cerca de la cordillera de la costa, ya sea como dunas clásicas, corredores de dunas, colinas de arena eólica y mantos de arena.

- Geología regional

ERA	SISTEMA / PERIODO	SERIE EPOCA	SIMBOLO	UNIDADES ESTATIGRÁFICAS	SUSTANCIA RMI
CENOZOICO		Holoceno	Qh	Deposito aluvial	Áridos
				Deposito fluvial	Áridos
				Deposito eólico	
	Cuaternario	Pleistoceno	Qpl	Deposito marino	
				Deposito lacustrino	Yeso, sal común
				Formación Tablazo-Talara	
	Neógeno	Plioceno	N	Formación Huambos	
	Paleógeno	Oligoceno	P	Formación Porculla	Arcilla común, Arcilla caolinitica, Granito
		Eoceno		Formación Llama	Granito, puzolana
MESOZOICO	Cretáceo	Superior	Ks	Formación Cajamarca	
				Grupo Pulluicana-Quilquiñan	Caliza
		Inferior	Ki	Formación Pariatambo	Caliza
				Formación Chulec	Caliza, ocre
				Formación Inca	
				Grupo Goyllarisquizga	Sílice, arcilla común, arcilla caolinitica, áridos, caliza
		Superior	JsKi	Formación Tinajones	Arcilla común, áridos
				Formación Sávila	

PALEOZOICO	Jurásico		TsJim	Formación Oytún	Arcilla común, baritina
		Medio			
		Inferior		Formación La Leche	Arcilla común, baritina
	Triásico	Superior	PET		
		Inferior			
	Pérmico	Lopingiense		Grupo Mitu	
		Guadalupiano			
		Cisuraliano			
	Devoniano		MNPOiD	Formación Rio seco	
MESO – NEOPROTEROZOICO	Ordoviciano	Inferior		Formación Salas	Arcilla común, áridos, ocre
				Complejo Olmos	Arcilla Común

Figura N°3: Geología regional de Manuel A. Mesones Muro.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la geología regional de Lambayeque encontramos tres eratemas el Cenozoico, Mesozoico y Paleozoico. La era del Cenozoico presenta formaciones por los procesos geológicos que luego dieron origen a sedimentos y la geología del relieve actual, encontrándose por toda la región de Lambayeque. Dentro de esta era, encontramos el periodo cuaternario, donde los depósitos eólicos se encuentran formados por arenas de granulometría fina, donde los vientos con velocidad de media y alta la depositan en las planicies de la costa.

Dichos depósitos originan dunas, corredores de dunas, mastos y colinas de arena con altitudes de 10,30 hasta 150 m.s.n.m. Estos se pueden observar en las diferentes localidades como Cherrepe, Ucupe, Puerto Eten, Ciudad Eten, cubriendo los suelos de origen aluvial tales como las Pampas de Reque y Chacupe, así mismo el desierto de Morrope que cubre algunas zonas del desierto de Sechura.

En la era del mesozoico, encontramos el periodo Cretáceo, que está compuesto por granodioritas, estas a la misma vez están compuestas por flujos piro clásticos con líticos de esquistos y cuarzos blancos compactado. Así mismo, en el distrito de Salas encontramos Salas, Pitipo y Oytún encontramos la formación Inca Chulec y Pariatambo, constituida su base de caliza maciza arenosa junto a areniscas y lutitas ferruginosas con intercalaciones calcáreas.

Tiempo de carguío

El tiempo de carguío (T_c) hace referencia al lapsus de tiempo que demora el camión para que se llene por el cargador frontal. Este tiempo de carguío dependerá de la cantidad de cucharadas que se necesitaran para cargar el camión

Así mismo Riveros (2016), p.24 muestra esta fórmula, los resultados se expresará en minutos:

$$T_c = \text{tiempos del ciclo del cargador frontal } (T_e) * \text{número de pases} \\ (N)$$

La cantidad de cucharadas que se necesitan para cargar el camión puede hallarse de este modo:

$$N^{\circ} = \frac{Q}{(C * f * e * P. e.)}$$

En el que: Q en (TM) es la máxima capacidad del equipo, C en (m³) capacidad máxima de la cuchara, f se refiere al factor de llenado expresado en (%), e también se expresa en (%) siendo el esponjamiento y Pe en (TM/m³) es el peso específico del material.

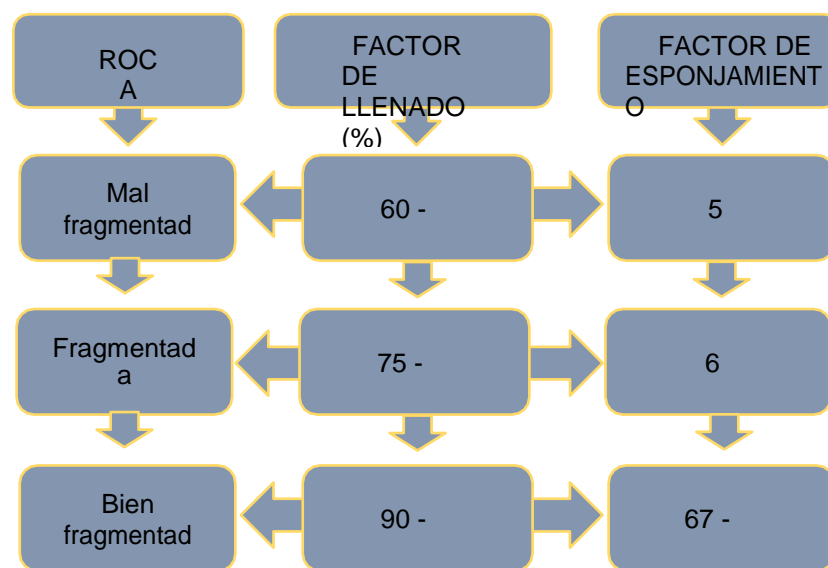


Gráfico N°4: Factor de esponjamiento y llenado de la roca.

Fuente: Riveros (2016)

En cuanto a la **formulación al problema**, quedó determinada de la siguiente manera: ¿De qué manera se puede reducir los costos en la cantera RB, Ferreñafe?

El trabajo se **justifica** tomando en cuenta los criterios técnicos de la siguiente forma: Este trabajo de investigación es de carácter personal, académico y práctico. Personal debido, a que en dicha cantera no existe un adecuado sistema de producción, también carece de control en sus operaciones, reducción de costos, la finalidad de este trabajo es encontrar un ciclo de minado óptimo para sus operaciones de extracción

y reducción de costos en la cantera RB. Académico, este trabajo de investigación permite entrar en contacto con una parte de nuestra carrera profesional, en base a una tarea de investigación, lo que permitirá aprender a tomar decisiones de solución entre factores que afecten directamente las operaciones y de tal forma contrarreste los beneficios de la empresa. Práctico, porque parte de una realidad donde se observa un problema y que se recurre a parámetros óptimos que llevará a reducir costos en beneficio de la empresa.

El trabajo de investigación es de **importancia** de manera que se orienta a optimizar el ciclo de minado para reducir los costos en la cantera RB, FERREÑAFE, para ello se diagnosticará el ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo, de acuerdo al estado del ciclo de las operaciones se empezará a determinar los parámetros de carguío y acarreo óptimos considerando sus especificaciones técnicas y ciertas variables que influyen en esos procesos para que haya un adecuado control de costos.

En el presente trabajo de investigación se plantea la siguiente **hipótesis**, Si se optimiza el ciclo de minado se reducirá los costos en la cantera RB, Ferreñafe.

En cuanto a los **objetivos del trabajo de investigación**, como **objetivo general** se tiene: Optimizar el ciclo de minado para reducir los costos en la cantera RB, Ferreñafe y como **objetivos específicos** son:

- Identificar la geología local y regional de la cantera.
- Diagnosticar el ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo.
- Determinar los parámetros de carguío y acarreo óptimos para el control de costos.
- Realizar un análisis comparativo entre los costos actuales y propuestos.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

Por las características de los objetivos, el trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo con diseño explicativo, según Hernández, Fernández y Batista (2014) manifiesta que las investigaciones explicativas se dedican a establecer la relación que hay entre las variables, teniendo como objetivo la explicación de comportamiento de una variable en otra. Esta investigación explica como a través de una optimización en el ciclo de minado puede reducir costos en la cantera de agregados en el distrito de Antonio Manuel Mesones Muro.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variables

Optimización del ciclo de minado (V.I.) Para que se dé la optimización en las operaciones se tienen que disminuir los tiempos muertos, mejorar la eficiencia de maquinarias, llevar control en el movimiento de tierras, entre otros aspectos, así explicó LA TORRE (2019).b

Reducción de costos (V.D.) Constituye una herramienta de mejora que conlleva a la optimización de procesos en la actividad minera, pero se debe decidir y pensar bien en que área se aplicaran, ya que la reducción de costos busca mejorar la rentabilidad de la empresa, por lo que reducir costos no es quitar, disminuir o eliminar gastos dentro de las diferentes operaciones mina. Se debe priorizar la optimización en el uso de insumos y recursos tales como energía, agua, neumáticos, acero y reactivos entre lo más importante, en la revista Conexión ESAN (2016).

2.2.2. Operacionalización

VARIABLES		DIMENSION	INDICADOR	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
INDEPENDIENTE	Optimización del ciclo de minado	Diagnóstico	Identificación de problemas	Entrevista	Guía de entrevista
			Análisis de causa de los problemas		
		Corte directo	Altura	Observación	Guía de observación de campo
			Tipo de material		
			Parámetros de diseño		
		Carguío	Capacidad de cuchara		
			Destreza del operador		
			Número de pases		
			Tiempo de ciclos		
			Tonelaje diario		
		Acarreo	Factor de acoplamiento		
			Capacidad de tolva		
			Tonelaje diario		
		Geología	Geología local		Guía de descripción geológica
			Geología regional		

VARIABLES		DIMENSION	INDICADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
DEPENDIENTE	Reducción de costos	Costos operativos	Costo por m ³ por corte directo en carguío	Entrevista	Guía de entrevista
			Mantenimiento planificado	Observación	Guía de observación de campo
			Mano de obra		
		Costos posesión	Precio de entrega del equipo		
			Costo de neumáticos		
			Costo por h de posesión		

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. POBLACIÓN

La población se encuentra conformada por todas las canteras de agregados que se encuentran ubicadas en el distrito de Mesones Muro, debido a la deficiencia que existe en el ciclo de minado. (Ver Anexo N°3)

2.3.2. MUESTRA

El presente trabajo de investigación fue obtenido por el tipo de muestreo de manera no probabilística, siendo esta la cantera RB, considerando los criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Área con menos control en sus operaciones.
- Deficiencia en equipos de operación.
- Área de minado con deficiencia.

Criterios de exclusión

- Zona con mayor control en sus operaciones.
- Zona con equipos en óptimas condiciones.
- Área de minado sin falencias.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos:

Para recoger los datos del trabajo de investigación se empleó la técnica de investigación documental, de campo y observación que facilitaron la interpretación de los datos. Técnica de investigación documental: se entiende como un estudio de problemas, su finalidad es extender y entender su naturaleza a través de todo tipo de información que se hayan escrito para alcanzar nuevos documentos que permitan expresar, estudiar, criticar, entre otras cosas. (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2006). Es por ello que se empleó citas tipo textuales y de parafraseo basados en el sistema ISO, que facilitaron la ubicación de los autores de tesis virtuales, y también se acudió a fuentes primarias como lo son los mismos trabajadores de la cantera.

Técnicas de campo: la finalidad de esta técnica es recopilar la información de los lugares en donde sucedieron los fenómenos de investigación, es decir mediante el contacto directo se obtendrán datos para el objeto de investigación.

- Técnica de entrevista: en pocas palabras Bernal (2010) expresa que esta técnica mantiene comunicación directamente con la o las personas del entorno del interés de estudio, para recoger información más abierta y espontánea.

Guía de entrevista: esta guía se usó para entrevistar como máximo a 10 trabajadores de la cantera, con la finalidad de identificar los problemas y la causa de ellos relacionado a los equipos utilizados en el ciclo de minado y su relación con los costos, para conocer la situación actual de la cantera. (Ver anexo N°5)

- Técnica de observación directa: según Díaz (2011) se refiere a que el investigador recoge información directa y confiable a través del contacto personal con el fenómeno del que va a averiguar.

Para el trabajo de investigación en la cantera de agregados RB, ubicada en Manuel Mesones Muro provincia de Ferreñafe, se emplearon las siguientes. Guía de observación de campo: este tipo de guía fue útil para realizar los estudios en el mismo lugar de la investigación. Una de las guías de observación de campo está estructurada por los siguientes indicadores, de acuerdo a la dimensión de las variables el indicador del carguío se encontró, la capacidad de cuchara, número de pases, tiempo de ciclos y tonelaje diario; en acarreo está el factor de acoplamiento, capacidad de tolva, tonelaje diario y tiempo del ciclo. (Ver anexo N°6 y 7)

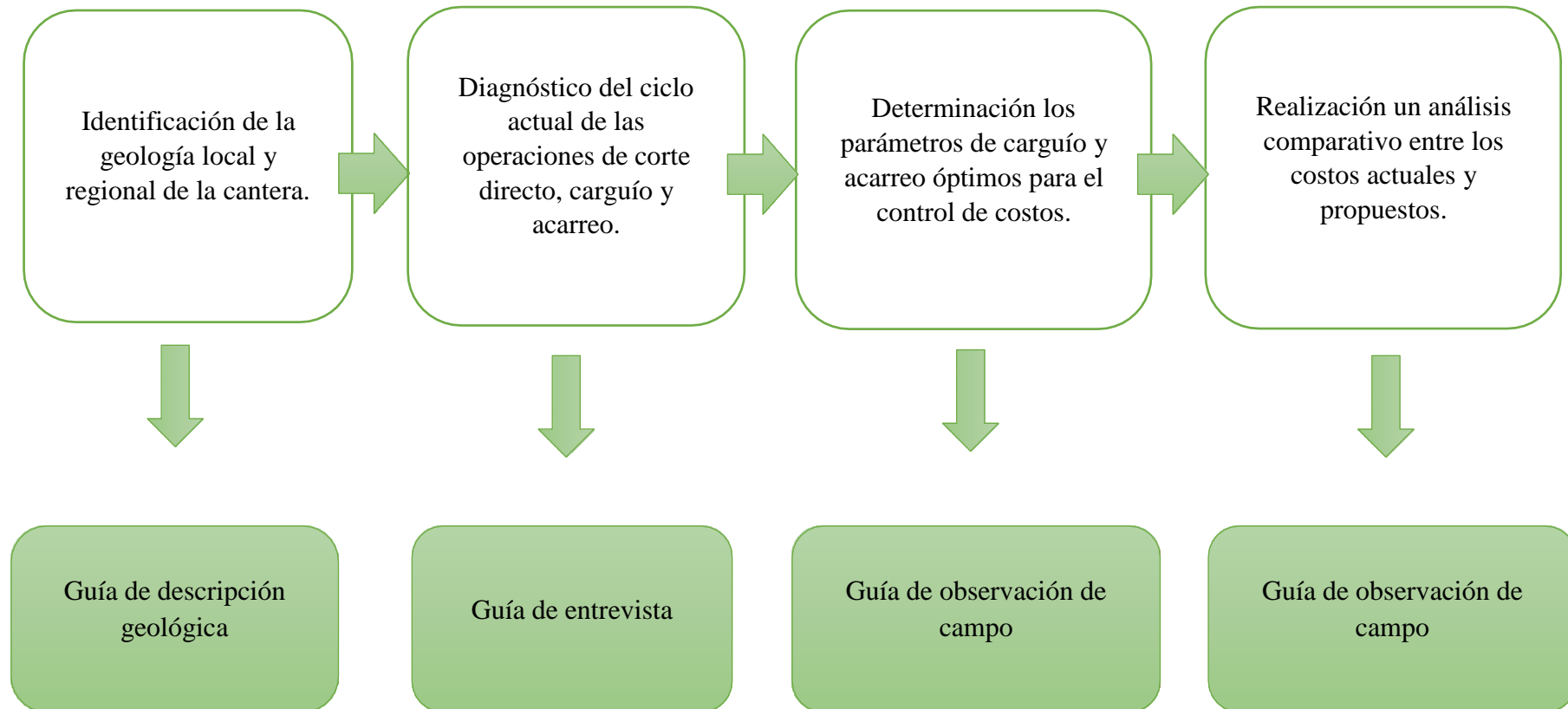
Otra guía de observación de campo es elaboración propia con la finalidad hacer un análisis comparativo y poder desarrollar un objetivo específico.

- Guía de descripción geológica: la finalidad de este tipo de guía fue identificar la geología local y regional de los materiales que se encuentran distribuidos en el área de estudio. (Ver anexo N°8)

Cabe resaltar que los instrumentos utilizados fueron validados con el apoyo de personas idóneas y pertinentes.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Diagrama de procesos



2.5.2. Descripción de procesos

1. Identificación de la geología local y regional de la cantera.

Para obtener esta información se tuvo que recurrir a los constantes estudios geológicos del INGEMMET, logrando descargar el boletín de la región Lambayeque, contiene la geología local y regional con sus respectivas características, cuyo fin fue poder identificar y describir cada una de sus formaciones, finalmente diseñar un mapa de ubicación.

2. Diagnóstico del ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo.

En el diagnóstico del ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo se realizó una entrevista a 9 trabajadores de la cantera, de acuerdo a los resultados de la entrevista, ampliando el panorama de las falencias que existe en las operaciones y mejorar cada una de ellas con eficiencia. Pero para ello fue necesario tener la cantidad de material extraído por día, semanal, mensual y anual, que se nos brindó por una trabajadora de la misma cantera.

3. Determinación los parámetros de carguío y acarreo óptimos para el control de costos.

Una vez que se tienen los resultados del diagnóstico de las operaciones, esos datos los analizaremos cuya finalidad es conocer todas las falencias que afectan en los procesos de carguío y acarreo y es ahí en donde se aplica el instrumento de la planilla de cálculo abarcando algunas características y parámetros de los equipos y como estos intervienen en el control de costos en la cantera.

4. Realización un análisis comparativo entre los costos actuales y propuestos.

Posteriormente, los parámetros de carguío y acarreo influyen directamente con los costos de la cantera, por tal motivo se elaboró una guía de observación de campo en el que se pudo comparar los costos actuales del ciclo de minado de la cantera RB con los costos propuestos.

2.6. Métodos de análisis de datos

Es necesario considerar métodos empleados en el trabajo de investigación siendo el analítico sintético y el sistémico.

- Método analítico: porque analizar consiste descomponer un todo en partes para poder estudiar en forma directa sus elementos, conocer su función y por lo tanto tener una mejor claridad del objetivo de investigación.
- Método sistémico: consiste en un orden reflejado por reglas que nos llevará a conocer cada situación que se nos presente mediante una comprensión sistémica.

2.7. Aspectos éticos

- Manejo de fuentes de consulta: aquí podemos hacer el uso de fichas bibliográficas donde anotaremos los datos completos, así mismo es importante señalar las fuentes de donde se ha extraído todos los archivos logrando destacar cada aporte de los autores e interpretarlos.
- Claridad en los objetivos de la investigación: se deben tener en cuenta desde el inicio del proyecto de investigación porque revelará la finalidad y el propósito del trabajo.
- Transparencia de los datos obtenidos: se refiere que el problema y las causas del proyecto de investigación no debe ser cambiados o alterados, si no indicarlos tal como se presentan de esta manera la interpretación que se dé no distorsione la realidad.
- Confidencialidad: si los autores piden que no se muestre dato alguno de ellos se respectara y se tendrá cuidado que los datos obtenidos sean carácter científico.
- Profundidad en el desarrollo del tema: aquí se indaga más profundo sobre el tema de investigación reuniendo diferentes conceptos u opiniones de diferentes autores y de esta manera vamos adquiriendo conocimiento.

III. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra el desarrollo de la información obtenida en campo, por medio de varios instrumentos relacionados a los objetivos.

3.1. Identificación de la geología local y regional

- Geología Local

La presente información respecto a la geología, se obtuvo de los constantes estudios que realizan el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico INGEMMET.

Tabla N°5: *Geología Local*

ERA	PERIODIO	UNIDADES ESTATIGRÁFICOS
CENOZOICO	CUATERNARIO	Dep. Aluvial
		Dep Eólico
MESOZOICO	CRETACIO	Grupo Goyllarisquizga
	JURASICO	Formación Tinajones

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la cantera encontramos distintas formaciones entre las cuales están los depósitos aluviales y eólicos, el grupo Goyllarisquizga y la formación Tinajones.

En la formación geológica del cretáceo inferior encontramos a Goyllarizquizca que conforma el Noroeste y Sureste, tiene una secuencia de cuarcitas y areniscas de color marrón y blanco estratificadas. Los depósitos aluviales y fluviales pertenecen al cuaternario, constituidos principalmente por arenas, gravas, consolidados y limos. En los depósitos eólicos se refiere a la acumulación de arena, formando parte del desierto costero.

En Ferreñafe, en el este su afloramiento es del Batolito de la Costa (tonalitas), la Familia La Leche (calizas) y la familia Oyotún (volcánicos) y a

la Familia Goyllarizquiza (areniscas). En la formación Tinajones se encuentra en el cretácico inferior comprende bancos de lutitas, también hay tobas y cuarcitas de tonalidad rojiza debido al intemperismo en la zona, intercaladas con conglomerados y con pocas lavas andesíticas.

- Geología regional

Tabla N°6: *Geología Regional*

ERA	PERIODO	UNIDADES ESTATIGRÁFICAS
CENOZOICO	Cuaternario	Deposito aluvial
		Deposito fluvial
	Neógeno	Formación Huambos
	Paleógeno	Formación Porculla
MESOZOICO	Cretáceo	Formación Cajamarca
		Grupo Pulluicana-Quilquiñan
	Jurásico	Formación Oyotún
	Triásico	Formación La leche
PALEOZOICO	Pérmico	Grupo Mitu
	Devoniano	Formación Rio seco
	Ordoviciano	Formación Salas
MESO-NEOPROTEROZOICO		Complejo Olmos

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la geología regional, en el cuaternario es la formación más reciente contiene depósitos aluviales y fluviales; en el neógeno se encuentra Huambos esta formación aflora brechas dacíticas en el sureste de la región, compuesta por tobas; en paleógeno hay contacto con materiales intrusivos perteneciente al Batolito de la Costa.

La familia Cajamarca tiene afloramiento de calizas en el este de Chongoyape, en la familia Oyotún se encuentra en el Mesozoico, con presencia de calizas negras, en el Jurásico medio, se emplazó la formación geológica Oyotún despositando siloclásticos cretácicos. El paleozoico esta formación aflora en el Sureste, está compuesta por una secuencia de rocas metamórficas extendiéndose al norte de Jayanca. Presenta esquistos grises verdosos, con algunas pequeñas vetas de cuarzo.

En el complejo Olmos, tiene una secuencia de rocas metamórficas, estas florecen en el Sur-Este de Olmos extendiéndose por al Nor-Este de Jayanca, tiene metaareniscas cuarzos y moscovita.

3.2. Diagnóstico del ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo.

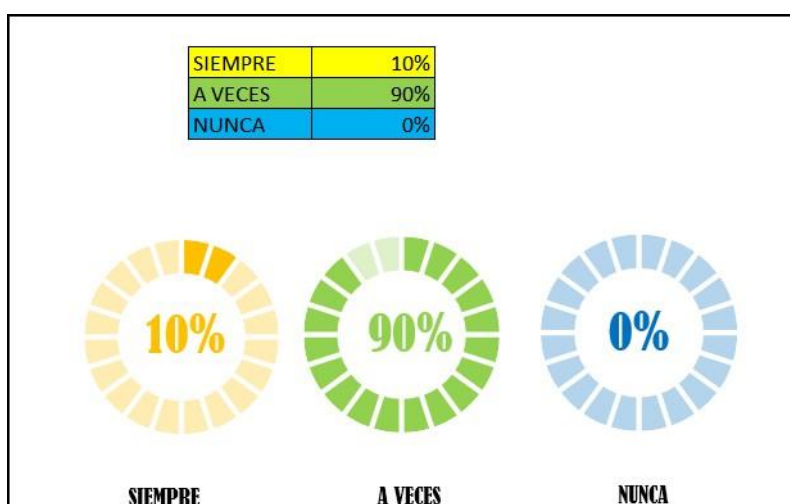


Gráfico N°5: Control del tonelaje diario extraído.

Con el gráfico se observa que existe una falta de control diario del material extraído de la cantera, ya que el 90% de personas confirma que a veces se da el control, y un 10% manifiesta que sí.

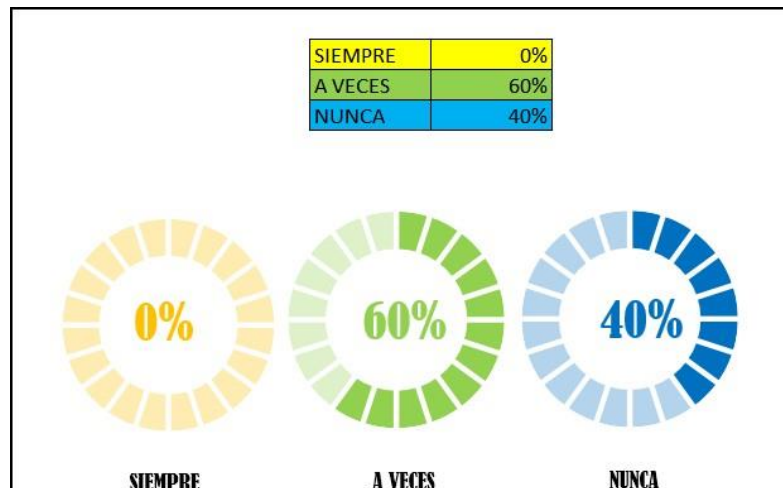


Gráfico N°6: Existe una coordinación entre los equipos de carguío y acarreo.

A través del gráfico se puede considerar que el 60% de los trabajadores cree que a veces se da la coordinación entre los equipos de carguío y acarreo, por otra parte, el 40% cree que nunca se da dicha coordinación, generando demoras en el ciclo de minado.

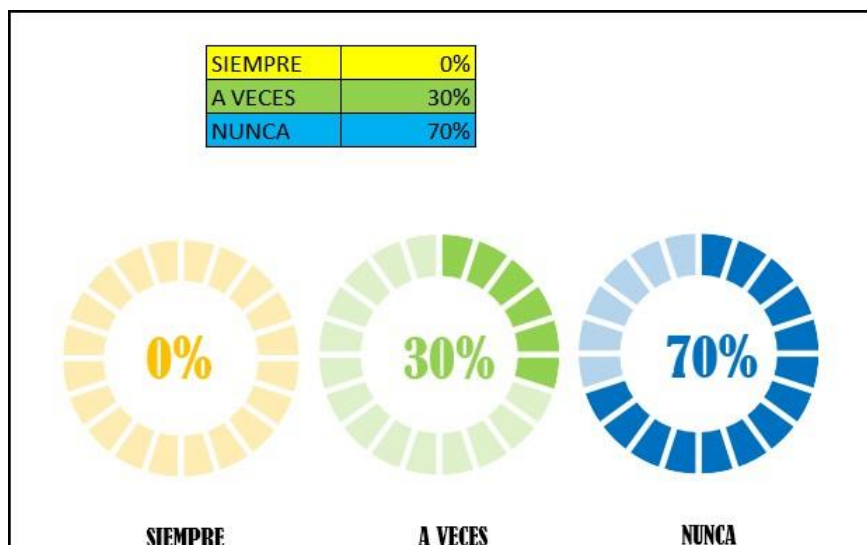


Gráfico N°7: control de costos para las operaciones de minado.

El 70% de personas confirma que nunca se lleva o se ha llevado un control de costos en las operaciones de minado, mientras el 30% por ciento cree que a veces se da, esta falta de control genera muchas veces gastos innecesarios afectando directamente la ganancia de la empresa.

Observación: Solo se lleva control de los materiales que se venden día a día, no es que se lleve un registro de los costos en las operaciones.

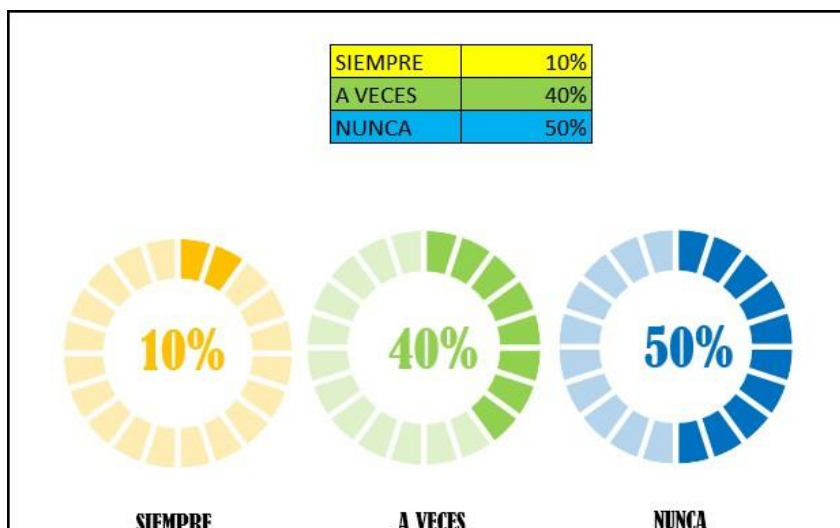


Gráfico N°8: Se repite el número de pases por ciclo para el llenado de volquetes.

Al visualizar el gráfico se manifiesta que el 10% de los trabajadores dicen que siempre se repite el número de pases, el 40% dice que a veces sucede y el 50% de obreros dice que nunca se da. Observación: Los volquetes que llegan a cantera no todos tienen la misma capacidad por tal motivo la cantidad de pases sí varía. Luego de ser aplicada la entrevista a 9 de los trabajadores entre ellos siete obreros, un volquetero, y la persona de la garita, encargada del control del material extraído y vendido, siendo útil para el diagnóstico actual de la cantera, se procede a interpretar las siguientes tablas.

Tabla N°7: Cantidad de material extraíble

MATERIAL EXTRAIDO	m ³ /día	m ³ /semanal
Afirmado sub base	456	2280
Piedra base	28	140
Arena	33	165
Afirmado base	32	160
Over	457	2285
Hormigón	32	160
Ripio	12	60
TOTAL	1050	5250

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla brinda la información respecto a la cantidad de material diario brindado por la persona encargada del control, en la cantera RB, se ha creído conveniente, trabajar con la mínima cantidad de agregados extraídos por día, debido a que no todos los días se extrae de manera constante. La cantidad extraíble por día es 1 050 m³ de los diferentes tipos de agregados. Considerando 5 días a la semana, para hallar la cantidad de materiales extraíbles a la semana. Por semana se extrae 5 250m³ de agregados, en realidad se labora de lunes a sábado, pero anteriormente se había mencionado que se extrae de manera constante, además en ciertos días no hay la misma cantidad de equipos de acarreo para ser precisos son volquetes, por lo que el material generalmente queda listo para ser cargado. La maquinaria que se emplea para extraer estos materiales son: la excavadora de orugas 329D2L, el cargador frontal L90F y un volquete generalmente es de 15m³ también llegan volquetes de 12m³ y de 20m³ pero ningún volquete les pertenece, sino que les pertenece a los compradores que llegan a la cantera RB.

Tabla N°8: Cantidad de material extraíble

MATERIAL EXTRAIDO	m3/mensual	m3/anual
Afirmado sub base	9120	109440
Piedra base	560	6720
Arena	660	7920
Afirmado base	640	7680
Over	9140	109680
Hormigón	640	7680
Ripio	240	2880
TOTAL	21000	252000

Fuente:

Elaboración propia.

Los materiales que generan más ingresos a la cantera RB son el afirmado sub base y over, estos agregados son utilizados para construcción.

Entonces, al mes se extrae como mínimo 21 000 m³ de agregados, cabe especificar que esta cantidad de materiales, son extraídos de los tres frentes que tiene toda la cantera, y al año se extrae y a la vez se vende 252

000 m³, algunas veces estos materiales son derivados a la planta chancadora Las Palmas y también a Piedra Azul, ambas chancadoras ubicadas en la carretera Ferreñafe-Chiclayo, en otras ocasiones son vendidas a diferentes lugares como lo es Mochumi, Pacora, Chiclayo, Pomalca, entre otros.

3.3. Determinación de los parámetros de carguío y acarreo óptimos para el control de costos.

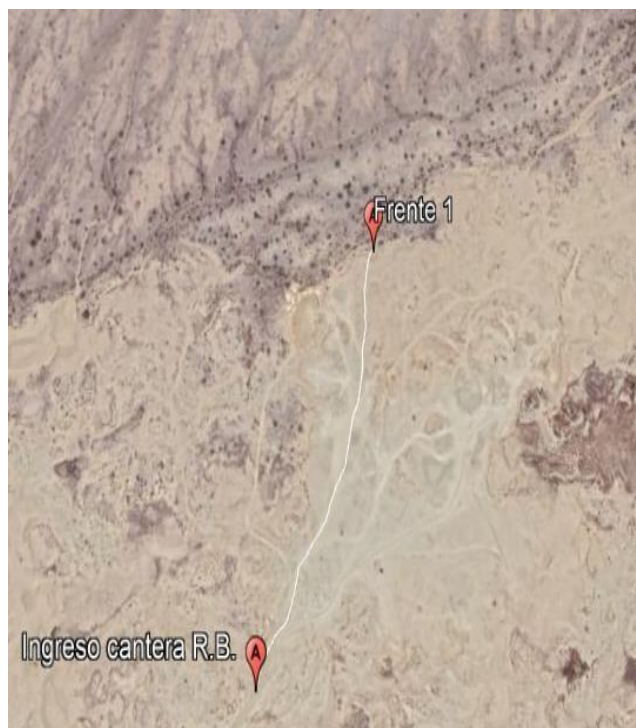
Tabla N°9: Toma de tiempos

PRODUCTIVIDAD EN ACARREO CON CAMION

EQUIPO	Camión 15 m ³
TURNO	Primer turno

Distancia de acarreo (m)	470
--------------------------	-----

Tiempo promedio al Frente 1	00:01:53
Tiempo promedio de carguío	00:02:44
Tiempo promedio de acarreo del material	00:03:00
Tiempo promedio de acarreo del material cargado	00:04:57
Tiempo promedio de cuadrado para iniciar carguío	00:01:01
Tiempo total	00:13:35



EQUIPO DE CARGUIO EMPLEADO

EQUIPO	Cargador Frontal L90F
CAPACIDAD DE CUCHARA	2.6 m ³

Condiciones de terreno	Soleado
Numero de cucharadas	5
Tiempo por pase	00:00:28

EQUIPO DE ACARREO EMPLEADO

Capacidad	15 m ³
Numero de turnos día	2
Cantidad de horas primer turno	6
Cantidad de horas segundo turno	3.5
Cantidad de horas evaluadas	6

Fuente: Elaboración propia.

Todos estos datos fueron tomados en campo en tiempo real, primero se calculó la distancia del acarreo, considerándose desde el Frente 1 hasta la caseta principal ubicada en la entrada de la cantera, siendo aproximadamente de 470 metros, donde cada camión demora alrededor de 3 minutos, así mismo se calculó el tiempo promedio de cuadrado de cada camión, siendo de 1 minuto con 1 segundo aproximadamente.



Figura N°4: Cargador frontal L90F.

Fuente: Elaboración propia.

El carguío se realiza en un cargador frontal Volvo L90F, el cual le toma un tiempo 2 minutos con 44 segundos para cargar el material, en este caso es afirmado base, la cantidad de pases para llenar son de 5 cucharadas. Las condiciones del terreno son soleadas a una temperatura de 22° C, permitiendo operar con total normalidad. Se describe también el número de turnos, los cuales son dos, el primero inicia a las 6:00 a.m. hasta la 1 p.m., deteniendo las operaciones de 8:00 a.m. a 9:00 a.m. por motivo de desayuno, así mismo el segundo turno inicia a las 2 p.m. hasta las 4:30 p.m.

Tabla N°10: Parámetros de los equipos

PARÁMETROS OPTIMOS DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO	CAT 329D2L	L90F
T = Tonelaje total a mover por período (toneladas).	1575	1575
Vb = Volumen del balde del equipo de carguío (metros cúbicos).	2.5	2.6
FLc = Factor de llenado del equipo de carguío (%)	95	105
β = Esponjamiento del material (%).	13	13
FM = Factor del material que castiga el tiempo del ciclo de carguío por causa de alguna propiedad del material que haga más difícil su manipulación (%).	1	1
TCc = Tiempo de ciclo del carguío (horas).	0.37	0.47
Dc = Disponibilidad del equipo de carguío (%).	85	75
UTc = Factor de utilización del equipo de carguío (%).	80	80
FOc = Factor operacional del equipo de carguío (%).	63	63
HTc = Horas trabajadas por turno del carguío (horas).	8	8
TDc = Turnos trabajados por día para el carguío (turnos/día).	2	2
DPc = Días por período para el carguío (días).	26	26
Y = Densidad del material (toneladas/metro cúbico).	1.5	1.5
Cc = Capacidad del equipo de carguío (toneladas por palada).	3.2	3.6
RHc = Rendimiento horario del equipo de carguío (toneladas/hora).	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Antes de explicar el procedimiento se considera necesario indicar que algunos de estos datos son brindados por los manuales y revistas de las marcas de estos equipos como lo es Caterpillar y Volvo facilitando el respectivo cálculo para saber el rendimiento diario de los equipos que operan en los ambientes de la cantera RB.

En el manual CATERPILLAR dice, que la disponibilidad de las excavadoras es de un 85%, también se pudo encontrar el factor de llenado de las excavadoras es de 95% a 110% en aquellos materiales de arena y gravas,

asimismo se obtuvo de otro documento, el factor de esponjamiento de la arena siendo 13%.

Con respecto a la densidad de la arena, para tener este dato se realizó un ensayo en el laboratorio, el procedimiento fue que antes de pesar en una balanza digital el mineral, se pasó por una malla #2, posteriormente se lava el mineral tamizado con agua destilada dos veces para ser exactos con la finalidad de quitarle las sales a la muestra, luego se lleva hasta la estufa con temperatura de 57° para que seque el material durante una hora, ese procedimiento se repite tres veces más, finalmente el resultado fue 1.5gr/l. Como se pudo visualizar en el segundo objetivo se mostró una tabla sobre las cantidades de materiales extraídos fue 1050 m³ por día, esta cantidad extraíble se multiplica por la densidad 1.5 para que se pueda trabajar en toneladas.

El dato del factor del material (FM) se considera 1% debido a que los materiales extraídos son áridos, de origen aluvial y fluvial y de por sí este tipo de materiales no generan el mismo nivel de desgaste como genera los minerales magnetita, hierro, entre otros.

De acuerdo a los tiempos trabajados en esta tabla, el tiempo del ciclo de carguío está indicado de cada equipo, considerando el tiempo cuando bajan la cuchara para ser cargado, el tiempo del giro hacia el volquete a llenar, subir el cucharón hasta el nivel de la tolva del volquete; los valores de estos tiempos se dividen entre 60 debido a los 60 minutos que tiene una hora, porque los tiempos se trabajan en horas.

En cuanto a los valores de la disponibilidad se desarrolla la fórmula mencionada las horas programadas los cuales son 8 horas en esta cantera menos 2 horas de reparación dividiéndolo entre las 8 horas programadas y finalmente multiplicarlo con 100% el resultado fue 75% en el cargador frontal L90F, el factor de utilización del equipo es 80% y por último el factor operacional, la formula dice que son las horas trabajadas 5 horas entre las 8 horas multiplicando por el 100% resultando 63%.

Las horas trabajadas por día no varía ya que el horario es el mismo para todos, considerando 2 turno/día.

Tabla N°11: Cálculo para la tabla de parámetros de los equipos

EQUIPOS EN LA CANTERA RB	
329D2L	L90F
La capacidad del equipo de carguío resulta de: $Cc = Vb \times FLc \times Y / (100 + \beta) \text{ (ton/palada)}$	
3.2	3.6
El rendimiento horario de un equipo de carguío resulta de: $RHc = (Cc \times Dc \times UTc \times FOC \times FM \times 10^8) / TCc \text{ (ton/hrs)}$	
3	3
El rendimiento diario de un equipo de carguío resulta de: $RDc = RHc \times HTc \times TDc \text{ (ton/día)}$	
5	5
El rendimiento por periodo de un equipo de carguío resulta de: $RPc = RDc \times DPc \text{ (ton/periodo)}$	
1	1
El número de equipos requeridos para cumplir con la producción del periodo resulta de: $N^{\circ} \text{ Equipos Carguío} = T / RPc$	
1	1

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla fue útil para hallar la capacidad del equipo de carguío tanto del cargador frontal como la excavadora, dando como resultado que la excavadora 329D₂L tiene la capacidad de 3.2 toneladas por palada, el cargador Volvo su capacidad es mayor cargando 3.6 tonelada por palada y el cargador.

El rendimiento horario de los equipos se determinó de la capacidad que se había calculado multiplicando con los parámetros de carguío como lo son la disponibilidad, utilización, factor operacional y también el factor de mineral que ya se ha explicado anteriormente.

El rendimiento diario se calculó de acuerdo al rendimiento horario ya calculado por las horas trabajadas por día y también por los turnos laborales al día.

El rendimiento por periodo se refiere al rendimiento de los equipos por mes se estima del rendimiento diario por los días trabajados al mes.

Finalmente, para el número de equipos que se requiere en la cantera es suficiente con estos equipos de carguío.

Para el dimensionamiento de equipos de carguío en RB, también se ha empleado una tabla que se muestra a continuación.

Al realizar un análisis de los parámetros establecidos en aquellas tablas tratan de explicar cómo las operaciones básicas como el carguío y acarreo influyen en los costos de la cantera, estos parámetros van a ayudar a facilitar en tener mejor rendimiento, mejorando eficiencia que permiten ejercer tener un mejor control diario, tanto en su producción, rendimientos de equipos y en sus costos.

Eso por ello que la rentabilidad cumple un rol importante porque con ello se determina su factibilidad de las operaciones unitarias del ciclo de minado, por otra parte es indispensable la medición de la productividad en lo que concierne a los parámetros óptimos, permitiendo optar por la alternativa que mejor les convenga en cada una de sus operaciones y de cómo repercute en los costos de la cantera RB.

Es inevitable decir que se debe elegir los equipos tanto de corte directo y carguío apropiados que mejoren los resultados de dichas operaciones unitarias en relación a costos – productividad.

3.4. Realización un análisis comparativo entre los costos actuales y propuestos

Tabla N°12: Cálculo de los costos de operación

	FRENTE N° 1							
	COSTOS DE OPERACIÓN							
	CORTE DIRECTO				CARGUIO			
	EXCAVADORA CAT 329 D2L				CARGADOR FRONTAL VOLVO L90F			
	FRECUENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL	FRECUENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL
OPERADOR	26 dias	1	S/. 50.00	S/. 1,300.00	26 dias	1	S/. 50.00	S/. 1,300.00
COMBUSTIBLE- DIESEL B5 (\$-50)	26 dias	10 gal/hr	S/ 12.20	S/ 25,376.00	26 dias	2.8 gal/hr	S/. 12.20	S/. 7,105.28
ACEITE MOTOR	1 por semana	2 gal	S/. 35.00	S/. 280.00	1 por semana	3 gal	S/. 35.00	S/. 420.00
ACEITE HIDRAULICA	cada 1000 hr	4 gal	S/. 45.60	S/. 182.40	cada 1000 hr	4 gal	S/. 45.60	S/ 182.40
ACEITE TRANSMISION	cada 1000 hr	4 gal	S/. 32.40	S/. 129.60	cada 1000 hr	4 gal	S/. 32.40	S/ 129.60
GRASAS	1 por semana	10 gal	S/. 4.67	S/. 186.80	1 por semana	10 gal	S/. 4.67	S/. 186.80
FILTRO DE PETROLEO	cada 300 hr	5 gal	S/. 280.10	S/ 1,400.50	cada 300 hr	5 gal	S/. 280.10	S/. 1,400.50
FILTRO DE ACEITE	cada 300 hr	10 gal	S/. 355.00	S/. 3,550.00	cada 300 hr	9 gal	S/. 355.00	S/. 3,195.00
FILTRO DE RECOR	cada 300 hr	5 gal	S/. 276.00	S/. 1,380.00	cada 300 hr	4 gal	S/. 276.00	S/. 1,104.00
MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA	1 por mes	1		S/. 1,500.00	1 por mes	1		S/. 1,500.00
TOTAL				S/. 35,285.30				S/. 16,523.58

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla, se realizó el cálculo de los costos de operación en el Frente N° 1, se consideró las operaciones de corte directo y carguío, con su respectivo equipo, la excavadora Cat 329 D2L y el Cargador Frontal L90F. Para ambos equipos se consideraron el costo del operador, el combustible, aceites, grasas, filtros y mantenimiento, asimismo su frecuencia, cantidad, el costo unitario y mensual. Consideramos 26 días de labor al mes, de lunes a sábado 8 horas de trabajo.

Tabla N°13: *Toma de tiempos de las demoras propias de la operación*

DEMORAS		
OPERACIÓN		DURACION
PROPIOS DE LA OPERACION	Cambio de turno	1:00:00
	Combustible	0:16:03
	Calentamiento de equipo	0:28:49
	Cambio de frente	0:26:34
	Demora por selección de material	0:21:06
	Espera por colocacion de volquete	0:23:41
	Total	2:56:13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°14: *Toma de tiempos de las demoras por seguridad*

DEMORAS		
OPERACIÓN		DURACION
POR SEGURIDAD	Espera por revision y chequeo	0:15:18
	Espera por ordenamiento de area	0:10:52
	Total	0:26:10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°15: *Toma de tiempos de otras demoras*

DEMORAS		
OPERACIÓN		DURACION
OTROS	Limpieza de equipo	0:07:25
	SSHH	0:15:03
	Total	0:22:28

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se calculó el tiempo de las demoras de las operaciones durante por un día, 8 horas de trabajo, entre las cuales hemos considerado tres tipos, demoras propias de la operación, demoras por seguridad y otros. En las demoras propias de la operación se tomó en cuenta el cambio de turno,

el tiempo de llenado de combustible, el calentamiento de equipo, demoras por selección de material, en este caso la demora surge a raíz de la falta de ordenamiento a los compradores según el tipo de material que quieran adquirir, y las demoras por colocación del volquete. En las demoras por seguridad, fueron detectados dos, espera por revisión y chequeo, aquí muchas veces el operador mismo descendía del volante para revisar la parte posterior del equipo, exactamente al motor por recalentamiento y por ultimo las demoras por espera del ordenamiento del área, aquí uno de los piedreros se encargaba de ubicar los volquetes entrantes al frente de operación. Se consideraron otras demoras como la limpieza del equipo, quien muchas veces la realizaba el mismo operar antes de las operaciones y demoras por servicios higiénicos.

Tabla N°16: *Cálculo de las demoras, costo alquiler y costo por demoras mensuales del Cargador Frontal Volvo L90F*

CARGADOR FRONTAL VOLVO L90F		
DEMORAS	Día	3:44:51
	Semanal	22:29:06
	Mensual	89:56:24
COSTO ALQUILER	Hora	S/. 360.00
	Día	S/. 2,880.00
	Mes	S/. 74,880.00
COSTOS POR DEMORAS	Día	S/. 1,440.00
	Semanal	S/. 8,280.00
	Mensual	S/. 32,400.00

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de esta tabla son con respecto al equipo de carguío, cargador frontal Volvo L90F, se calcularon el promedio de demoras por día, semanal y mensual, con estos cálculos se pudo determinar los costos que genera cuando no está operando, también se calculó el costo de alquiler, como se conoció el precio por hora, se pudo calcular los costos por semana y mensual.

Tabla N°17: *Cálculo de los costos actuales y propuestos.*

			MENSUAL	ANUAL
COSTOS ACTUALES	Costos de operación	S/. 51,808.88	S/. 126,688.88	S/. 1,520,266.56
	Costos de alquiler equipo	S/. 74,880.00		
COSTOS PROPUESTOS	Por eliminación de las demoras improductivas		S/. 94,288.88	S/. 1,131,466.56

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla detalla los costos actuales y propuestos, considerándose dentro de los costos actuales los costos de operación y costos por alquiler de equipo, teniendo un monto mensual de S/.126,688.88 y anual de S/.1,520,266.56, por otro parte los costos propuestos se cálculos eliminando los tiempo improductivos, teniendo un monto mensual de S/. 94,288.88 y anual de S/. 1, 131,466.56.

Tabla N°18: Cálculo de ingreso y costos actuales.

	MENSUAL
Ingreso actual	S/. 163,800.00
Costos de operación	S/. 51,808.88
Costos de alquiler equipo	S/. 66,560.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°19: Cálculo de la rentabilidad actual y propuesta.

	MENSUAL	ANUAL
Rentabilidad actual	S/. 45,431.12	S/. 545,173.44
Rentabilidad propuesta	S/. 77,831.12	S/. 933,973.44

Fuente: Elaboración propia.

Esta tabla muestra el ingreso actual de la empresa que es de S/. 163,800.00, a este ingreso se la restado el costo de operación y el costo de alquiler del equipo, dando una rentabilidad actual de S/. 45,431.12, sin embargo la propuesta de nuestro trabajo de investigación es una rentabilidad al mes de S/. 77,831.12 y anual de S/. 933,973.44 por la eliminación de las demoras improductivas.

IV. DISCUSIÓN

- Los resultados confirman la hipótesis que si se optimiza el ciclo de minado se reducirá los costos en la cantera RB, el cual también generaría mayor rentabilidad a la empresa y esto concuerda con lo afirmado con Cuadros (2011) quien indica que la reducción y control de los costos maximizará la productividad en todas las operaciones de minado.
- El trabajo de investigación de Jiménez (2018) presenta un estudio geológico a nivel local y regional en la misma zona de estudio de la presente investigación, donde solo considera dentro de la geología regional las eras Cenozoico y Mesozoico, pero en este trabajo se cree fundamental considerar la era Paleozoico porque se encuentra situado la formación Rio seco, Grupo Mitu y Formación Salas en la contiene minerales como la arcilla común, áridos y ocre; sin embargo si se coincide dentro de la geología local las mismas eras y depósitos.
- Se concuerda con Gaimes (2019) que para optimizar el ciclo de minado se debe calcular la disponibilidad de equipos e incrementar las horas efectivas que reducirán tiempos improductivos, pero en LA PRESENTE investigación SE CONSIDERA que existen otros parámetros fundamentales como el factor operacional, factor de utilización y el factor de llenado de los equipos, estos incrementarán producción y a la vez reducirán costos en las operaciones de minado.
- Asimismo, se está conforme con lo dicho por los autores Guerrero y Palacios (2019) que para reducir los costos optimizando el ciclo de minado se debe realizar un análisis del Valor Ganado en las operaciones de carguío y acarreo, sin embargo en la presente investigación se considera necesario el cálculo y reducción de los tiempos improductivos ya que estos generan costos innecesarios

en las operaciones y a través de este procedimiento podemos comparar los costos actuales de la empresa con los costos propuestos.

V. CONCLUSIONES

1. En cuanto a la optimización del ciclo de minado para reducción de los costos se establecieron nuevos parámetros que permitieron mejorar y controlar los costos en las operaciones de la cantera RB., asimismo se realizó el cálculo de los ingresos actuales para poder obtener la utilidad neta de la empresa, mediante la resta con los costos de operación. El costo propuesto en este trabajo de investigación se realizó mediante la reducción de los tiempos improductivos que estaban generando costos extras a la empresa.
2. La geología local y regional de la cantera se realizó con el propósito identificar los depósitos y formaciones del área de estudio, así mismo se pudo reconocer que la cantera RB está formada por material de características aluvial y fluvial.
3. El ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo se encuentra en la siguiente situación: existe una falta de control del tonelaje extraído diario, así mismo un 40% de los entrevistados afirma que no existe coordinación entre los equipos de carguío y acarreo, haciéndose notorio en los números de pases para llenar los volquetes, por otra la cantera RB no cuenta con un control de costos para las operaciones de minado.
4. Los parámetros de carguío y acarreo óptimos son el factor operacional, factor de utilización y disponibilidad porque estos mejoraron la eficiencia de los equipos para las operaciones de carguío y acarreo, cumpliendo sus actividades con un mejor rendimiento y ejerciendo un control diario de costos en sus operaciones.
5. Los costos actuales al mes en la cantera RB es de S/.126,688.88 y anual de S/.1,520,266.56, mientras los costos propuestos al mes es de S/. 94,288.88 y anual de S/.1, 131,466.5, reduciéndose por mes la cantidad de S/. 32,400.00.

VI.RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la cantera RB que reduzcan la cantidad de equipos para las operaciones de carguío y corte directo, por el motivo de que no es necesario tantos equipos para abastecer la producción en toda la cantera, y considerar al menos en tener un equipo de acarreo propio, para mantener un cargador en su máxima eficiencia, sin estar alquilando máquinas innecesarias que lo único que está haciendo en la cantera es que incrementen sus costos en dichas operaciones.
- Se aconseja a la cantera que mejoren su gestión de producción, involucrando que lleven más control no solo en costos, sino que también se lleve control en la cantidad de materiales tanto de lo que se remueve, como la cantidad que se venden día a día, ya que esta iniciativa traería consigo mejora en toda la cantera RB.
- A la universidad se sugiere que sean más comprometidos con sus estudiantes, brindándoles apoyo en sus investigaciones, también deberían agregar más cursos de carrera ya que son limitantes.
- A los estudiantes de la carrera de ingeniería de minas o de cualquier otra carrera que sigan en constantes capacitaciones que no se conformen con los cursos que brinda la universidad, que mejoren sus capacidades y habilidad para ser competitivos y eficientes.

REFERENCIAS

1. ALMEIDA Butiñá, Xavier Alejandro. Planeamiento Minero y Diseño de explotación para materiales de construcción en el libre aprovechamiento San Gerardo de la parroquia Mariano Moreno. Tesis (Título de Ingeniero en Minas). Cuenca: Universidad del Uzuay, 2018. P.130.
2. APAZA Risco, Elmer Danilo. Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo.
Disponible en:
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9400/Apaza%20Risco%2C%20Elmer%20Danilo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. ARCE Portugal, John Carlos. Geología, mineralización y evaluación económica del Proyecto Minero Virgilios. Tesis (Título de Ingeniero geólogo). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, 2017.
Disponible en
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4445/GLarpoj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. BARRIENTEOS Gonzáles, Víctor. Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto. Tesis (Título de Ingeniero en Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2014.
5. BELIZARIO Amanqui, Richard. Evaluación económica - financiera para reemplazar camiones de acarreo de mineral y desmonte en la Unidad Corihuarmi - Minera I.R.I. Yauyos – Lima. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
6. BERNAL TORRES, Cesar Augusto. Metodología de la investigación. En su: Proceso de investigación científica. 2da ed. Colombia, 2010. 54 pp.
7. CASTRO Hurtado, Bryam Alejandro. Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa - provincia de Jauja. Tesis (Título de Ingeniero en Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

8. CATACORA Mamani, Juan Carlos. Rendimiento efectivo y rendimiento esperado de la maquinaria de C y M Vizcarra en la mina San Rafael, San Román, Juliaca, Puno. Tesis (Título profesional de Ingeniero Mecánico). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2019. P.79. Disponible en: http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/596/Juan_Tesis_titulo_2019.pdf?sequence=1
9. CERDA Zamudio, Carola Paz. Análisis de riesgo asociado a incertidumbre operacional en planes mineros para minería a cielo abierto. Tesis (Título de Ingeniería civil de minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2016. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143123/An%C3%A1lisis-de-riesgo-asociado-a-incertidumbre-operacional-en-planes-mineros-para-miner%C3%ADa-a-cielo-abierto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. CJUNO Chuctaya, Eduar Simeon. Estimación económica del cargador frontal Cat 980G y su reemplazo en el tajo abierto en la unidad Tucari- Empresa Minera Aruntani SAC. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, 2014.
11. Costos de inversión y de operación en la formulación de una proyecto [Mensaje en un blog]. Lima: Perú., F (28 de junio de 2016). Recuperado en <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/costos-de-inversion-y-de-operacion-en-la-formulacion-de-un-proyecto/>
12. CUADROS Alvarez, Mario Alejandro. Reducción de costos operacionales en el sistema de carguío y acarreo en mina a tajo abierto mediante la implementación del PDAs. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10317/1/cuadros_am.pdf
13. DIAZ, Lidia. La observación. Textos de apoyo didáctico. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011. 28 ppLLALLAHUI Rojas, Edgar. Mejoramiento de carguío y acarreo de mineral en la U.E.A Mina Breapampa – Cia Minera Buenaventura S.A.A. Tesis (Título profesional de Ingeniero Minas). Ayacucho, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, 2016.

14. GAIMES Sivana, David Alberto. Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad diaria en la Cooperativa Minera Limata Ltda. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa, Universidad Tecnológica del Perú, 2019.
15. GONZÁLEZ Riquelme, Héctor Antonio. Selección y asignación óptima de equipos de carguío para el cumplimiento de un plan de producción en minería a cielo abierto. Tesis (Título de Ingeniero Civil de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146286/Selecci%C3%B3n-y-asignaci%C3%B3n-%C3%B3ptima-de-equipos-de-cargu%C3%ADo-para-el-cumplimiento-de-un-plan-de-producci%C3%B3n-en-miner%C3%ADa-a-cielo-abierto-.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 5° edición. Ciudad de México: Interamericana Editores S.A., 2010. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_-_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri
17. Herrera, Juan. Diseño de explotaciones de cantera. España: Universidad Politécnica, 2007. 41.pp
18. HUICHO Espinoza, Yerson Elmer y VELÁSQUEZ Méndez, Erick Jesús. Implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional y su influencia en la calidad de vida de los trabajadores de la planta concentradora "Victoria" en la Compañía Minera Volcan S.A.A. Tesis (Título de Ingeniero Metalurgista y de materiales). Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014.
19. INGEMMET: Prospección Geológica – Minera Regional en la Región Lambayeque. (Octubre, 2019). Sector Energía y Minas. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1781#files>
ISBN: 978-607-15-0291-9

20. JÁUREGUI Aquino, Oscar Alberto. Reducción de los Costos Operativos en Mina, mediante la optimización de los Estándares de las operaciones unitarias de Perforación y Voladura. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/696/JAUREGUI_OSCAR_COSTOS_MINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
21. JIMÉNEZ Zoto, Lesly Nilvania. Incremento de producción elaborando un plan de minado en la cantera Josmar- empresa Mabeisa SAC – Ferreñafe 2017. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Chiclayo, Universidad César Vallejo, 2018.
22. *La reducción de costos en la actividad minera* [Mensaje en un blog]. Lima: Perú, F., (13 de abril de 2016). Recuperado en <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/04/reduccion-costos-actividad-minera/>
23. LA TORRE Reyes, Jose Carlos. Optimización y control del ciclo de minado para la reducción de costos operativos en la cantera desvío Huachocolpa, Cía. Minera Kolpa 2018. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo, 2019.
24. LINS, Osmar, CANO, Alcides y ARROYO, Carlos. Dimensionamiento de flota en las operaciones de carguío y transporte usando modelos de simulación de sistemas. [En línea]. Septiembre-Octubre 2018, n°1 [Fecha de consulta: 9 de setiembre de 2019].
Disponible en <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Interfases/article/view/2952/3184>
ISSN 1993-4912
25. LLALLAHUI Rojas, Edgar. Mejoramiento de carguío y acarreo de mineral en la U.E.A Mina Breapampa – Cia Minera Buenaventura S.A.A. Tesis (Título de Ingeniero Minas). Ayacucho, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, 2016.
26. MINAS Y CANTERAS. En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés, 2001. p.74.3.
27. PARI Quispe, Diego Alvarado. Optimización de costos unitarios en la explotación de la veta La Raja – Minera El solitario S.A.C. Victor –

- Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2011. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3257/Mlpaquda14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. PEÑA Paredes, Jaime Wilmer. Reducir el porcentaje de dilución mediante el reemplazo de detonadores pirotécnicos por detonadores electrónicos, en la fase 5 del tajo Isabelita - El Toro. Tesis (Título de Ingeniero en Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14743/PE%c3%91A%20PAREDES%2c%20JAIME%20WILMER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. PIÉROLA Vera, Demetrio. Optimización del plan de minado de cantera de caliza La Unión distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015. Tesis (Título de Ingeniero en Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%c3%a9rola_Vera_Demetrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
30. POMALAZA Bacilio, Frank Jimy. Determinación de los factores de volumen a través del sistema unificado de Clasificación de Suelos y American Association of State Highway Officials para generar una tabla de conversión volumétrica en movimiento de tierras, Huancay. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016.
31. RIVEROS Mendoza, Jose Humberto. Cálculo de la productividad máxima por hora de los volquetes en el transporte minero subterráneo en la unidad Minera Arcata 2016. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4877/Riveros_Mendoza_Jose_Humberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. ROMERO Baylón, Alfonso Alberto. Aplicación del modelo geológico en la gestión por procesos para la extracción de oro de sulfuros, en las Minas del Perú 2012-2013. Tesis (Título de Magister en Ingeniería de Minas). Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015.


33. Seguridad Minera. Minado a cielo abierto: método de extracción mecánica. Revista Seguridad Minera [en línea]. Octubre 2011, n° 97.
[Fecha de consulta: 26 de agosto de 2019]. Disponible en:
<http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/minado-a-cielo-abierto-metodo-de-extraccion-mecanica/>
34. TRASMONTA Pimentel, Hugo David. Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en las operaciones de perforación y voladura de mina Toquepala- Southern Cooper Corporation (SCC). Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Piura, Universidad Nacional de Piura, 2015.
Disponible en:
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/981/MIN-TRAS-PIM-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Manual de trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. [en línea].
Disponibles en:
<http://www.ipm.upel.edu.ve/documentospdf/Reglamentos/Estudiantes/ManualdeTrabajosdeGradodeEspecializacionyMaestriayTesisDoctorales2016.pdf>
ISBN: 980-273-441-1
36. VALERA, Ricardo. Manual de geología [en línea]. Argentina: La plata, 2014 [Fecha de consulta: 2 de setiembre de 2019].
Disponible en:
http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_21/pdf/varela_misclanea_21_manual_de_geologia.pdf
ISSN 1668 - 3242
37. VARGAS Vergara, Marcelo Antonio. Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla. Tesis (Título de Ingeniero Civil de Minas). Santiago de Chile, Universidad de Chile, 2011. Disponible en:
http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-vargas_mv/pdfAmont/cf-vargas_mv.pdf
38. VERASAY, Pamela. Aplicación de las herramientas de costos y gestión a las actividades mineras. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo. 2013.

Disponible en http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/5727/tesis-cs-ec-verasay.pdf

39. VILCAPOMA Roman, Franz Jonathan. Análisis de fallas mecánicas en el brazo b26xlb del jumbo empernador J0129YA en la Compañía Minera Volcán S.A.A. Unidad Andaychagua. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. Disponible en:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1643/TESIS%20AN%c3%81LISIS%20DE%20FALLAS%20MEC%c3%81NICAS%20EN%20EL%20BRAZO%20B26XLB%20DEL%20JUMBO%20EMPERNADOR%20J0129YA%20EN%20LA%20COMPA%c3%91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. Yacimientos minerales ¿Cómo se forman los depósitos minerales y qué tipos existen? [Mensaje en un blog]. Madrid, España, F., (30 de agosto de 2019). Recuperado en <https://ingeoexpert.com/yacimientos-minerales/>

ANEXOS

Anexo N°1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ANEXO N°1: Matriz de consistencia
OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE MINADO PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA CANTERA RB, FERREÑAFA		

Matriz de consistencia					
PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO
La deficiencia en el ciclo de minado presenta aspectos negativos afectando las operaciones, aumentando los costos durante dicho ciclo.	¿De qué manera se puede reducir los costos en la cantera RB, Ferreñafe?	GENERAL	Si se optimiza el ciclo de minado se reducirá los costos en la cantera RB, Ferreñafe.	DEPENDIENTE	Explicativo
		Optimizar el ciclo de minado para reducir los costos en la cantera RB, Ferreñafe.		Reducción de costos	
		ESPECÍFICOS		INDEPENDIENTE	
		<input type="checkbox"/> Identificar la geología local y regional de la cantera.			
		<input type="checkbox"/> Diagnosticar el ciclo actual de las operaciones de corte directo, carguío y acarreo.			
		<input type="checkbox"/> Determinar los parámetros de carguío y acarreo óptimos para el control de costos.			
		<input type="checkbox"/> Realizar un análisis comparativo entre los costos actuales y propuestos.		Optimización del ciclo de minado	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

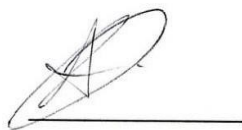
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los docentes y especialistas que suscriben los documentos son: Ing. SICCHA RUIZ, Orlando Alex con DNI: 18026960 de la especialidad de Ingeniería de Minas, Mg. Ing. SALAZAR IPANAQUE, Javier Ángel con DNI: 02859620 de la especialidad de Ingeniería de Minas y la docente Mg. AGUINAGA VÁSQUEZ, Silvia Josefina con DNI: 16790469 con la especialidad en Docencia universitaria dan conformidad a los instrumentos de recolección de datos, que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación, con la finalidad de que sean aplicados por los estudiantes responsables: ALAMAS MALDONADO, Walther Alexis y LIZANA ENRIQUEZ, Delia Margot en la investigación titulada: OPTIMIZACIÓN DEL CICLO DE MINADO PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN LA CANTERA RB, FERREÑAFE.

Dejamos, evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 20 de Setiembre de 2019

Atentamente



Mg. Ing. SICCHA RUIZ,

Orlando Alex

DNI: 18026960



Mg. Ing. SALAZAR IPANAQUE,
Javier Ángel

DNI: 02859620



Mg. AGUINAGA VÁSQUEZ,
Silvia Josefina

DNI: 16790469

ANEXO N° 3

DERECHO MINERO – MANUEL A. MESONES MURO

N°	DERECHO MINERO	TITULAR	HECTAREAS	MINERAL
1	AGREGADOS LAMBAYEQUE	ALBERTO GONZALES GONZALES Y OTROS	100	No metálico
2	AGREGADOS LAMBAYEQUE 2	ALBERTO GONZALES GONZALES Y OTROS	100	No metálico
3	ARENERA EL MILAGRO	ERNESTO EDUARDO SALAZAR LEON	200	No metálico
4	BOMBONCITO	MARMOLOES & GRANITOS DEL PERU SAC	200	No metálico
5	CANtera ALEXANDRA I	NICOLES ALEXANDRA HERNANDEZ RAMIREZ	100	No metálico
6	CANteras DEL NORTE	HENRY MAX ROMERO GONZALES	200	No metálico
7	CANteras DEL NORTE UNO	HENRY MAX ROMERO GONZALES	200	No metálico
8	CANteras DEL NORTE PIEDRA AZUL	CERAMICOS LAMBAYEQUE S.A.C.	100	No metálico
9	CANtera NICOLAS	G&J MINERA Y CONSTRUCCIONES SRL	200	No metálico
10	DORIS TREINTAISEIS	PROCESADORA NEPTUNO S.A.C.	700	No metálico
11	DORIS TREINTAIDOS	PROCESADORA NEPTUNO S.A.C.	400	No metálico
12	DORIS TRES	INVERSIONES Y CONSTRUCTORA NUEVO MUNDO SAC	300	No metálico
13	DORIS VEINTICUATRO	PROCESADORA NEPTUNO S.A.C.	700	No metálico
14	JOSMAR	JUAN DAVID PERALES DAVILA	100	No metálico
15	LAS TRES TOMAS	PLANTA CHANCADORA PIEDRA AZUL SRL	200	No metálico
15	EL NUEVE	CORPORACION HERRERA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	200	No metálico
16	MESONES 2	CEMENTOS PACASMAYO SAA	200	No metálico
17	OGX MINERALES	OCTAVIO GONZALES BENAVIDES	200	No metálico
18	PIEDRA AZUL DOS	PIEDRA AZUL DEL PERU SAC	100	No metálico

1 9	RESTAURACIÓN I	PEDRO MARTIN VALLE MARTINEZ-VARGAS Y OTROS	400	No metálico
2 0	RIO LOCO	FRESNILLO PERU SAC	100	No metálico
2 1	SANTA ELISA	ELIAS RAFAEL CASTILLO AYALA	100	No metálico
2 2	Tres Tomas	PLANTA CHANCADORA PIEDRA AZUL SRL	200	No metálico
2 3	VALERIA CINCO	MARTHA ESCOBAR COTILLO CDS. DE PAJUELO	300	No metálico
2 4	ZOC XIII	ZOC CORPORATION S.A.C.	200	No metálico
2 5	ZOC XV	ZOC CORPORATION S.A.C.	100	No metálico

Fuente: Geocatmin

ANEXO N° 4
PERMISO DE LA EMPRESA

Lambayeque 17 de septiembre del 2019

Dr. Beder Martell Espinoza

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS DE LA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Yo Víctor Raúl Benavides Salazar, identificado con DNI N°41054453, en calidad del Gerente de la empresa ASTRAMACON 04 de Mayo S.A., AUTORIZO a los Sres. Alamas Maldonado Walther Alexis y Lizana Enriquez Delia Margot, estudiante del X ciclo de la especialidad de Ingeniería de Minas, en la Universidad César Vallejo (filial Chiclayo) para que realice la recolección de información UNICA Y EXCLUSIVAMENTE que se encuentre relacionado con el trabajo de investigación titulado: "Optimización del ciclo de minado para la reducción de los costos en la cantera RB, Ferreñafe, el mismo que viene desarrollando para la obtención de su título profesional en dicho centro de estudios.

Además dicha autorización comprende la divulgación y comunicación pública del citado trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la UCV.

Atentamente

EMPRESA "ASTRAMACON"
04 DE MAYO S.A. S.R.L.
VICTOR RAUL BENAVIDES SALAZAR
GERENTE
Víctor Raúl Benavides Salazar
Gerente General
DNI: 41054453

ANEXO N° 5

GUÍA DE ENTREVISTA

ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO

Para diagnosticar la situación actual de la cantera RB

EMPRESA	ENTREVISTADO	FECHA
ASTRAMACON 04 DE MAYO S.A		

Fuente:

Elaboración propia

PREGUNTAS	SIEMPRE	AVECES	NUNCA	OBSERVACIÓN
1. ¿Se cuenta con equipos necesarios para la extracción de los agregados por corte directo?				
2. ¿Existe un control del tonelaje diario extraído?				
3. ¿Cree usted que para realizar el corte directo influye el tipo de material?				
4. ¿Cree usted que la destreza del operador es buena para realizar la operación de carguío?				
5. ¿Se repite el número de pases por ciclo para llenar el volquete?				
6. ¿Se cuenta con equipos necesarios para el acarreo?				
7. ¿Cree usted que existe una coordinación entre los equipos de carguío y acarreo?				
8. ¿Existe un control de tiempos en el ciclo de carguío y acarreo?				
9. ¿Existe un control de costos para las operaciones de minado?				
10. ¿Existe una planificación para dar mantenimiento a los equipos?				
11. ¿Se tiene control de los costos por m3 por corte directo en el carguío?				

ANEXO N° 6

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - CARGUÍO

DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO	329D2L	L90F
T = Tonelaje total a mover por período (toneladas).	1575	1575
Vb = Volumen del balde del equipo de carguío (metros cúbicos).	2.5	2.6
FLc = Factor de llenado del equipo de carguío (%)	95	105
β = Esponjamiento del material (%).	13	13
FM = Factor del material que castiga el tiempo del ciclo de carguío por causa de alguna propiedad del material que haga más difícil su manipulación (%).	1	1
TCc = Tiempo de ciclo del carguío (horas).	0.37	0.47
DFc = Disponibilidad física del equipo de carguío (%).	85	75
UTC = Factor de utilización del equipo de carguío (%).	80	80
FOc = Factor operacional del equipo de carguío (%).	63	63
HTc = Horas trabajadas por turno del carguío (horas).	8	8
TDc = Turnos trabajados por día para el carguío (turnos/día).	2	2
DPc = Días por período para el carguío (días).	26	26
γ = Densidad del material (toneladas/metro cúbico).	1.5	1.5
Cc = Capacidad del equipo de carguío (toneladas por palada).	3.2	3.6
RHc = Rendimiento horario del equipo de carguío (toneladas/hora).	3	3

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 7
GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO - CARGUÍO

	329D2L	L90F
La capacidad del equipo de carguío resulta de:		
$Cc = Vb \times FLc \times \gamma / (100 + \beta)(\text{ton/palada})$	3.2	3.6
El rendimiento horario de un equipo de carguío resulta de:		
$RHc = (Cc \times DFc \times UTc \times FOc \times FM \times 10^{-8}) / TCc$ (ton/hrs)	3	3
El rendimiento diario de un equipo de carguío resulta de:		
$RDc = RHc \times HTc \times TDc$ (ton/día)	5	5
El rendimiento por período de un equipo de carguío resulta de:		
$RPc = RDc \times DPc$ (ton/período)	1	1
El número de equipos requeridos para cumplir con la producción del período resulta de:		
$N^{\circ}\text{Equipos Carguío} = T / RPc$	1	1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 8
GUÍA DE DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.

GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL					
ERATEMA	TEMA	PERÍODO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO	ROCA SEDIMENTARIA

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 9
CÁLCULO DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN

COSTOS DE OPERACIÓN								
	CORTE DIRECTO				CARGUIO			
	EXCAVADORA CAT 329 D2L				CARGADOR FRONTAL VOLVO L90F			
	FRECUENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL	FRECUENCIA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL
OPERADOR	26 días	1	S/. 50.00	S/. 1,300.00	26 días	1	S/. 50.00	S/. 1,300.00
COMBUSTIBLE - DIESEL B5 (S-50)	26 días	10 gal/hr	S/ 12.20	S/. 25,376.00	26 días	2.8 gal/hr	S/. 12.20	S/. 7,105.28
ACEITE MOTOR	1 por semana	2 gal	S/. 35.00	S/. 280.00	1 por semana	3 gal	S/. 35.00	S/. 420.00
ACEITE HIDRAULICA	cada 1000 hr	4 gal	S/. 45.60	S/. 182.40	cada 1000 hr	4 gal	S/. 45.60	S/. 182.40
ACEITE TRANSMISION	cada 1000 hr	4 gal	S/. 32.40	S/. 129.60	cada 1000 hr	4 gal	S/. 32.40	S/. 129.60
GRASAS	1 por semana	10 gal	S/. 4.67	S/. 186.80	1 por semana	10 gal	S/. 4.67	S/. 186.80
FILTRO DE PETROLEO	cada 300 hr	5 gal	S/. 280.10	S/ 1,400.50	cada 300 hr	5 gal	S/. 280.10	S/. 1,400.50
FILTRO DE ACEITE	cada 300 hr	10 gal	S/. 355.00	S/. 3,550.00	cada 300 hr	9 gal	S/. 355.00	S/. 3,195.00
FILRO DE RECOR	cada 300 hr	5 gal	S/. 276.00	S/. 1,380.00	cada 300 hr	4 gal	S/. 276.00	S/. 1,104.00

MANTEMIENT O POR MANO DE OBRA	1 por mes	1		S/. 1,500.00	1 por mes	1		S/. 1,500.00
TOTAL				S/. 33,785.30				S/. 16,523.58

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 10

TOMA DE TIEMPOS DE LAS DEMORAS PROPIAS DE LA OPERACIÓN

DEMORAS		
OPERACIÓN		DURACION
PROPIOS DE LA OPERACION	Cambio de turno	1:00:00
	Combustible	0:16:03
	Calentamiento de equipo	0:28:49
	Cambio de frente	0:26:34
	Demora por selección de material	0:21:06
	Espera por colocación de volquete	0:23:41
	Total	2:56:13

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 11

TOMA DE TIEMPOS DE LAS DEMORAS POR SEGURIDAD

DEMORAS		
OPERACIÓN		DURACION
POR SEGURIDAD	Espera por revisión y chequeo	0:15:18
	Espera por ordenamiento de área	0:10:52
	Total	0:26:10

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 12

TOMA DE TIEMPOS DE OTRAS DEMORAS

DEMORAS		
OPERACIÓN		DURACION
OTROS	Limpieza de equipo	0:07:25
	SSHH	0:15:03
	Total	0:22:28

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 13

CÁLCULO DE LAS DEMORAS, COSTO ALQUILER Y COSTO POR DEMORAS MENSUALES DEL CARGADOR FRONTAL VOLVO L90F

CARGADOR FRONTAL VOLVO L90F			
DEMORAS	Día		3:44:51
	Semanal		22:29:06
	Mensual		89:56:24
COSTO ALQUILER	Hora	S/.	360.00
	Día	S/.	2,880.00
	Mes	S/.	74,880.00
COSTOS POR DEMORAS	Día	S/.	1,440.00
	Semanal	S/.	8,280.00
	Mensual	S/.	32,400.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 14

CÁLCULO DE LOS COSTOS ACTUALES Y PROPUESTOS

			MENSUAL	ANUAL
COSTOS ACTUALES	Costos de operación	S/ 51,808.88	S/ 126,688.88	S/ 1,520,266.56
	Costos de alquiler equipo	S/ 74,880.00		
COSTOS PROPUESTOS	Por eliminación de las demoras improductivas		S/ 94,288.88	S/ 1,131,466.56

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 15

CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD ACTUAL Y PROPUESTA

	MENSUAL	ANUAL
Rentabilidad actual	S/. 45,431.12	S/. 545,173.44
Rentabilidad propuesta	S/. 77,831.12	S/. 933,973.44

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 16

FACTOR DE LLENADO DE LOS CARGADORES VOLVO

Tabla de selección de cuchara				
La cuchara seleccionada viene determinada por la densidad del material y el factor de llenado de la cuchara previsto. El volumen real de la cuchara suele ser mayor que la capacidad nominal debido a características del sistema de cinemática TP como el diseño de cuchara abierta, el buen ángulo de recogida en todas las posiciones y el buen desempeño de llenado de la cuchara. El ejemplo representa una configuración de brazos estándar. Ejemplo: arena y grava. Factor de llenado ~ 105%. Densidad 1,65 t/m³. Resultado: la cuchara de 2,7 m³ transporta 2,8 m³. Para que la estabilidad sea óptima, consulte siempre la tabla de selección de cuchara.				
Material	Factor llenado, %	Densidad material t/m³	Volumen ISO/SAE de la cuchara, m³	Volumen real, m³
Tierra/Arcilla	~ 110	~ 1,80	2,5	~ 2,7
		~ 1,70	2,6	~ 2,9
		~ 1,65	2,7	~ 3,0
Arena/Grava	~ 105	~ 1,80	2,5	~ 2,6
		~ 1,70	2,6	~ 2,7
		~ 1,65	2,7	~ 2,8
Áridos	~ 100	~ 1,80	2,5	~ 2,5
		~ 1,70	2,6	~ 2,6
		~ 1,65	2,7	~ 2,7
Piedra	≤100	~ 1,80	2,2	~ 2,2

El tamaño de la cuchara para piedra se ha optimizado en mayor medida para la capacidad de penetración y llenado que para la densidad de material.

Tipo de brazo	Tipo de cuchara	ISO/SAE Volumen de cuchara	L90F	Densidad de material (t/m³)					
			0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Brazo estándar	Uso general	H 2,5 m³					2,7	2,5	
		P 2,5 m³					2,7	2,5	
		H 2,6 m³				2,9	2,6		
		P 2,6 m³				2,9	2,6		
		H 2,7 m³				3,0	2,7		
		P 2,7 m³				3,0	2,7		
	Materiales ligeros	H 4,1 m³			4,1				
Brazo largo	Uso general	H 2,3 m³				2,5	2,3		
		Materiales ligeros	H 4,1 m³		4,1				
Grado de llenado									
110% 105% 100% 95%									
			H = Hook-on P = Pin-on						

Como interpretar el factor de llenado de la cuchara

Datos de operación suplementarios

Fuente: Revista de cargadores Volvo

ANEXO N° 17

FACTOR DE LLENADO DE LA EXCAVADORA CATERPILLAR

Materiales	Gama de factor de llenado (porcentaje de la capacidad colmada del cucharón)
Marga mojada o arcilla arenosa	A — 100-110%
Arena y grava	B — 95-110%
Arcilla dura y compacta	C — 80-90%
Roca bien fragmentada por voladura	60-75%
Roca mal fragmentada por voladura	40-50%

Fuente: Manual Caterpillar Edición 40

ANEXO N° 18

FACTOR DE ESPONJAMIENTO DE LA ARENA

Tierra	Seca	1,51	1,90	25	0,80
	Húmeda	1,60	2,02	26	0,79
	Barro	1,25	1,54	23	0,81
Granito Fragmentado		1,66	2,73	64	0,61
Grava	Natural	1,93	2,17	13	0,89
	Seca	1,51	1,69	13	0,89
	Mojada	2,02	2,26	13	0,89
Arena y Arcilla		1,60	2,02	26	0,79
Yeso Fragmentado		1,81	3,17	75	0,57
Arenisca		1,51	2,52	67	0,60
Arena	Seca	1,42	1,60	13	0,89
	Húmeda	1,69	1,90	13	0,89
	Empapada	1,84	2,08	13	0,89
Tierra y Grava	Seca	1,72	1,93	13	0,89
	Húmeda	2,02	2,23	10	0,91
Tierra Vegetal		0,95	1,37	44	0,69
Basaltos ó Diabasas Fragmentadas		1,75	2,61	49	0,67
Nieve	Seca	0,13	---	---	---
	Húmeda	0,52	---	---	---

Fuente: Almeida

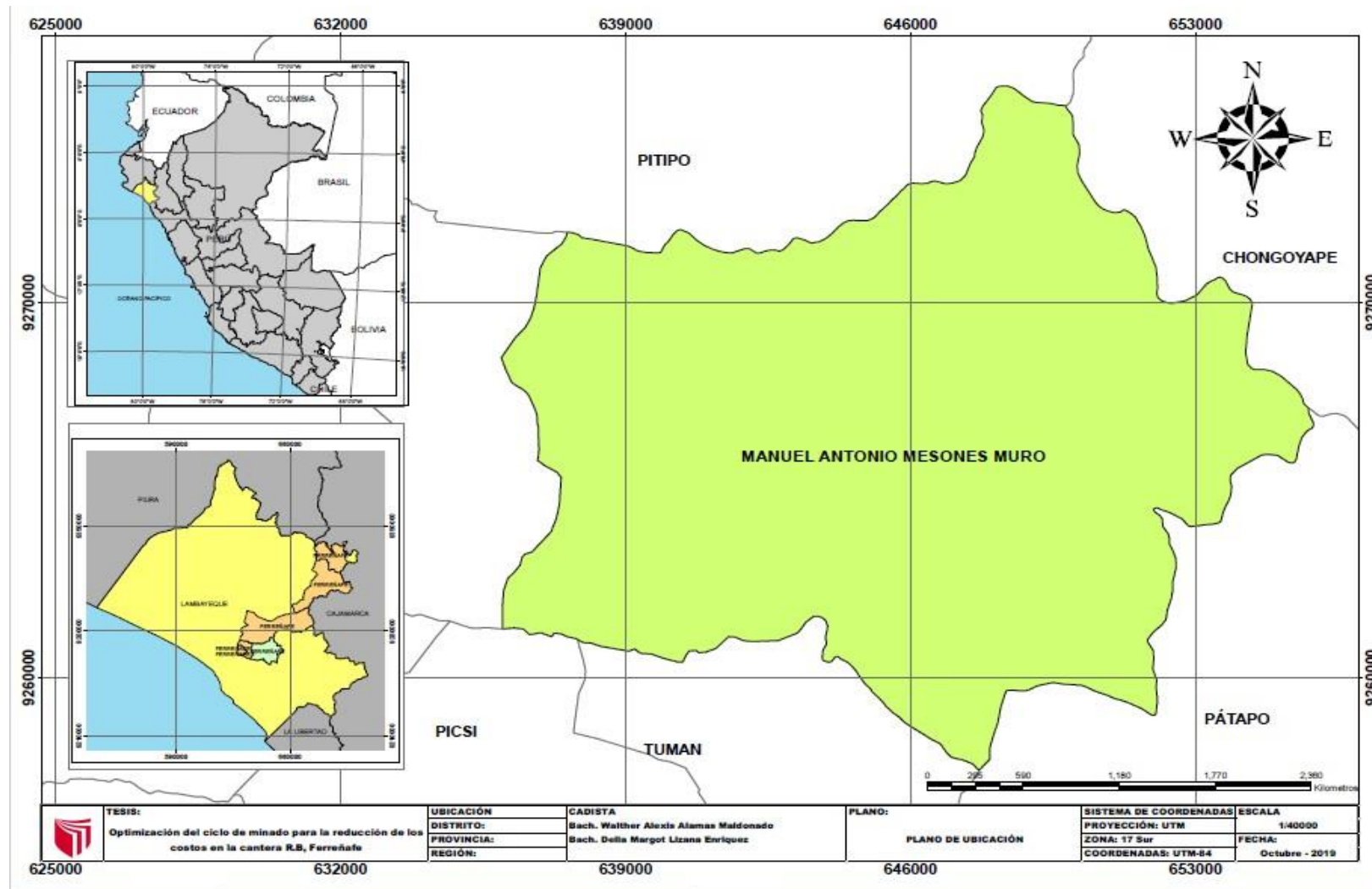
ANEXO N° 19

ANÁLISIS PARA OBTENER LA DENSIDAD – Arena

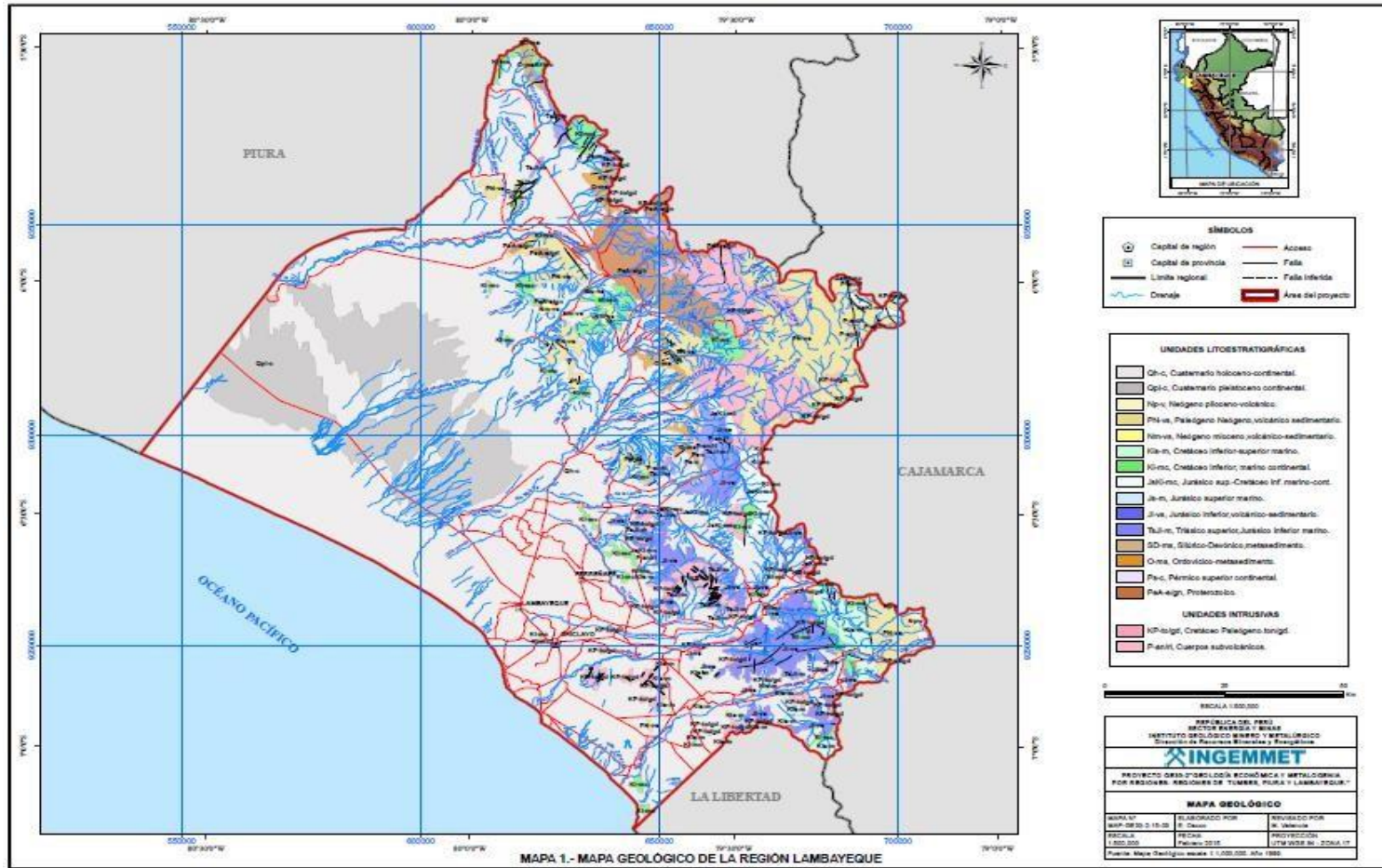


Fuente: Elaboración propia

ANEXOS N° 20



ANEXO N° 21



Fuente: INGEMMET

ANEXO N° 22
ENTREVISTAS

ENTREVISTA DE DIAGNÓSTICO

Para diagnosticar la situación actual de la cantera RB.

EMPRESA	ENTREVISTADO	FECHA
RB	Roger Ayra Sarrecha	18/10/2019

PREGUNTAS	SIEMPRE	AVECES	NUNCA	OBSERVACIÓN
1. ¿Se cuenta con equipos necesarios para la extracción de los agregados por corte directo?		X		Se alquila por horas.
2. ¿Existe un control del tonelaje diario extraído?		X		
3. ¿Cree usted que para realizar el corte directo influye el tipo de material?	X			
4. ¿Cree usted que la destreza del operador es buena para realizar la operación de carguío?		X		
5. ¿Se repite el número de pases por ciclo para llenar el volquete?		X		
6. ¿Se cuenta con equipos necesarios para el acarreo?		X		
7. ¿Cree usted que existe una coordinación entre los equipos de carguío y acarreo?		X		
8. ¿Existe un control de tiempos en el ciclo de carguío y acarreo?			X	
9. ¿Existe un control de costos para las operaciones de minado?		X		
10. ¿Existe una planificación para dar mantenimiento a los equipos?			X	
11. ¿Se tiene control de los costos por m3 por corte directo en el carguío?		X		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 23
ENTREVISTAS

ENTREVISTA DE DIAGNÓSTICO

Para diagnosticar la situación actual de la cantera RB.

EMPRESA	ENTREVISTADO	FECHA
RB	Joel Ortiz	18/10/2019

PREGUNTAS	SIEMPRE	AVECES	NUNCA	OBSERVACIÓN
1. ¿Se cuenta con equipos necesarios para la extracción de los agregados por corte directo?		X		
2. ¿Existe un control del tonelaje diario extraído?		X		
3. ¿Cree usted que para realizar el corte directo influye el tipo de material?		X		
4. ¿Cree usted que la destreza del operador es buena para realizar la operación de carguío?		X		
5. ¿Se repite el número de pases por ciclo para llenar el volquete?			X	
6. ¿Se cuenta con equipos necesarios para el acarreo?		X		
7. ¿Cree usted que existe una coordinación entre los equipos de carguío y acarreo?			X	
8. ¿Existe un control de tiempos en el ciclo de carguío y acarreo?			X	
9. ¿Existe un control de costos para las operaciones de minado?			X	
10. ¿Existe una planificación para dar mantenimiento a los equipos?		X		Tiene que suceder una falla para dar mantenimiento.
11. ¿Se tiene control de los costos por m3 por corte directo en el carguío?			X	

Fuente: Elaboración propia